

مدل سازی احتمالی وجه تألیفی نظریه‌ها در اقتصاد

مجتبی رستمی^۱، شهرام فتاحی^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱

چکیده:

نظریه‌های اقتصادی با استفاده از مجموعه‌ای از اصول موضوعه، عبارات تعریف شده و قضایا در پی تبیین علمی یا پیش‌بینی پدیده‌های اقتصادی می‌باشند. مدل‌های اقتصادی تصریحی ریاضی‌وار از این نظریه‌ها می‌باشند. به علت مجهول بودن ساختار هر مدل، وجود خطای اندازه‌گیری در کمیت‌های اقتصادی و عدم برقراری فرض ثبات سایر شرایط؛ وجه تألیفی هر نظریه اقتصادی نیازمند مدل‌سازی از نوع احتمالی و آماری است. بنابراین، درک شیوه رایج مدل‌سازی و اهمیت استفاده مناسب از آن در اقتصاد، اقتصاددانان را به شناخت دقیق مدل‌سازی آماری نیازمند می‌کند. پژوهش حاضر درصدد اصلاح این بینش است که هرچند هدف از ارائه مدل‌های آماری آزمایش تجربی ادعاهای نظریه‌هاست اما روش‌های آماری نقش پسینی و دست‌دوم در مقابل نظریه‌های اقتصادی را ندارند بلکه شیوه مناسب مدل‌سازی اقتصادی وابسته به استفاده صحیح از روش‌های آماری و الگوهای احتمالی در مرحله وضع نظریه است.

واژه‌های کلیدی: اقتصادسنجی، احتمال، مدل‌سازی.

۱ مقدمه

چنین استنباطی کمک می‌کند ([۱۰]). این کار با استفاده از مدل‌سازی آماری و ساخت آماره‌های توصیفی شروع می‌شود و به منظور تعمیم و استنباط عمومی از این آماره‌ها قواعد احتمال را به کار می‌گیرد. در اقتصاد چنین کاری به شیوه‌ی زیر صورت می‌پذیرد:

۱. ایجاد یک مدل ساده‌شده (مدل عمومی یا خطی) با استفاده از روابط قطعی نظریه‌های اقتصادی؛
۲. افزودن یک عبارت خطا به هر رابطه‌ی نظریه؛
۳. تخمین پارامترهای نامعلوم نظریه با استفاده از داده‌های قابل مشاهده؛
۴. کاربرد مجموعه‌ای از آزمون‌های آماری برای ارزیابی برازش مدل نظری-آماري با داده‌ها.

با استفاده از چنین روشی است که می‌توان از مدل پذیرفته‌شده برای اهداف مورد نظر (پیش‌بینی یا توصیه‌های سیاستی) استفاده نمود. شیوه فوق در ادبیات اقتصادی، اقتصادسنجی^۶ نام دارد. فریش (۱۹۳۳) در توضیح چیستی اقتصادسنجی چنین می‌گوید: "چندین جنبه از رویکرد کمی به اقتصاد وجود دارد که هیچ‌یک از این جنبه‌ها به‌طور منفرد و به‌خودی‌خود نباید با

مواجهه نظریه با مشاهدات (آزمون) و استنباط روابط علی، نوعی خاص از استدلال^۳ است که به استنباط استقرایی^۴ معروف است. به‌طور کلی، استقراء به استنباط گزاره‌ای درباره‌ی افراد مشاهده نشده با استفاده از مجموعه‌ای از گزاره‌ها درباره‌ی افراد مشاهده‌شده اشاره دارد. استنباط استقرایی زاینده است: چراکه فراتر از آنچه قبلاً دانسته شده است می‌رود و دانش ما را فراخ‌تر می‌گرداند. با نقد هیوم (۱۷۴۸) بر استنباط استقرایی چالشی بزرگ در فلسفه‌ی علم ایجاد گردید. وی بیان می‌کند که صدق نتیجه استنباط استقرایی حتی با فرض صدق مقدمات استدلال تضمین‌شده نیست. تنها در صورتی می‌توان صدق نتیجه‌ی یک استدلال استقرایی را پذیرفت که طبیعت پدیده تحت بررسی یکنواخت باقی بماند. مسئله آنجاست که صحت فرض یکنواختی به‌گردآوری شواهد بستگی دارد که با استقراء قابل‌بررسی است و لذا؛ این استدلال نوعی استدلال دوری است. این چالش حل‌نشده تحت عنوان مسئله استقراء^۵ شناخته می‌شود. با توجه به این مسئله، برخی معتقدند که هرچند نتیجه استنباط استقرایی تضمینی نیست اما حداقل محتمل است و قواعد احتمال به

^۱ دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول). mojtabarostami1364@yahoo.com

^۲ دانشیار دانشکده اقتصاد و کارآفرینی دانشگاه رازی

^۳ Reasoning

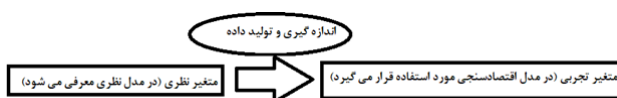
^۴ Inductive Inference

^۵ Problem of Induction

^۶ Econometrics

چگونه با استفاده از تلفیق نظریه با ریاضیات صورت می‌پذیرد؟ به‌طور خلاصه می‌توان گفت که روابط میان کمیت‌های اقتصادی (وجه تألیفی نظریه‌های اقتصادی) به دو دلیل در شکل صریحی بیان نمی‌شود. اول اینکه، مشابه قانون جاذبه میان دو جسم در فیزیک که به عکس مجذور فاصله میان دو جسم بستگی دارد؛ در اقتصاد معمولاً اطلاعات متقن چندانی در این زمینه در دست نیست و دوم آنکه، اقتصاددانان نمی‌خواهند خود را درگیر جزئیات نمایند زیرا در این صورت مدل‌سازی می‌تواند از هدف اصلی خود دور شود. به همین خاطر، نمایش روابط میان متغیرها با استفاده از تابع ضمنی که (برای بیان ارتباط دودسته کمیت x و y) دارای فرمی کلی به شکل $f(y, x) = 0$ است نشان داده می‌شود (آلفا سی چیانگ، فصل هشتم، ۲۰۰۵).^{۱۰}

روابط در مدل نظری، بر مبنای دو فرض عدم وجود خطای اندازه‌گیری در کمیت‌های نظری و برقراری فرض ثبات سایر شرایط^{۱۱} بیان می‌شوند که هر دوی این فرض‌ها در مرحله بررسی تجربی قابل تحقق نیستند. این فرض‌ها، بررسی تجربی وجه تألیفی نظریه را دچار چالش می‌کند. در مرحله بررسی تجربی روابط میان کمیت‌های تجربی به‌هیچ‌وجه آن‌گونه که نظریه در مورد متغیرهای نظری پیش‌بینی می‌کند نخواهد بود (یعنی بر آوردن دقیق رابطه‌ی $f(y, x) = 0$ نشدنی است). در واقع، از آنجا که نه سایر شرایط ثابت است و نه ابزارهای اندازه‌گیری آن‌چنان دقیق هستند که بدون خطا داده‌ها را تولید کنند، مواجهه تمامی مدل‌های یک نظریه با داده‌ها به عدم سازگاری آن‌ها ختم خواهد شد. این موضوع به معنای آن است که باید میان متغیرها نظری و متغیرهای تجربی تفاوت قائل شد (برای مثال سود در مدل نظری با سود در مدل تجربی فرق خواهد داشت). شکل ۲ این تفکیک بین متغیر نظری و متغیر تجربی نظیرش را نشان می‌دهد.



شکل ۲. تفاوت متغیر نظری با متغیر تجربی متناظرش

برای غلبه بر این مشکل، در حوزه تألیفی نظریه باید رابطه ضمنی بیان‌کننده ارتباط میان متغیرها تصحیح شود. برای این منظور فرض می‌شود که تابع

⁷Synthetic

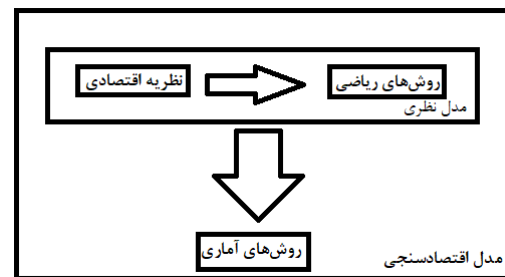
⁸Analytic

^۹ این نوع تفکیک مفاهیم به کانت (Kant) برمی‌گردد. کانت اعتقاد داشت که برخی مفاهیم تحلیلی نیز ریشه صدقشان در تجربه است. وی چنین مفاهیمی را پیشینی تألیفی (Synthetic a Priori) نامید. برای این منظور وی هندسه اقلیدسی را معرفی می‌نمود. رویکرد اصول موضوعی معرفی‌شده توسط هیلبرت (Hilbert) به هندسه اقلیدسی نشان داد که نمی‌تواند به‌صورت پیشینی تألیفی فراهم آمده باشد. این اتفاق در کنار معرفی نظریه نسبیت توسط انیشتین که منجر به برافتادن مکانیک نیوتنی گردید ریشه‌های اصلی مکتب پوزیتیویسم منطقی در علم بوده است (۵).

^{۱۰} در این تابع ضمنی پارامترها به‌صورت نامعلوم تصریح می‌شوند.

^{۱۱} فرض ثبات سایر شرایط که با عبارت Ceteris Paribus نشان داده می‌شود به معنای عدم حضور شرایطی است که قانون را از عمومیت می‌اندازند. برخی اوقات این عدم حضور به معنای ثبات سایر شرایط بوده و در مواقعی هم به معنای عدم حضور سایر شرایط است. به‌عنوان مثال قوانین فیزیک نیوتن در شرایطی برقرارند که سایر شرایطی همچون مقاومت هوا یا اصطکاک وجود نداشته باشند. در اقتصاد هم باید به این موضوع توجه داشت. در اقتصاد فرض ثبات سایر شرایط برخی اوقات به فرض برقراری سایر شرایط تغییر می‌یابد. برای مثال قانون سه (Say's law) که بیان می‌کند عرضه تقاضای خود را به وجود می‌آورد به فرض برقراری تولید مطابق ترجیحات مصرف‌کنندگان است.

اقتصادسنجی اشتباه گرفته شود. بنابراین، اقتصادسنجی به‌هیچ‌وجه با آمارهای اقتصادی متناظر نیست. گرچه بخش قابل توجهی از این نظریه دارای بعدی کاملاً کمی است اما با آنچه به‌طور کلی نظریه اقتصادی می‌نامیم یکسان نیست. نباید اقتصادسنجی را مترادف استفاده از ریاضیات در اقتصاد دانست. تجربه نشان داده است که هر یک از این سه جنبه، یعنی آمار، نظریه اقتصادی و ریاضیات، شروط لازم اما به‌خودی‌خود ناکافی برای درک واقعی روابط کمی در زندگی اقتصادی مدرن است. اتحاد هر سه جنبه فوق‌قدرتمند است و این اتحاد است که اقتصادسنجی را تشکیل می‌دهد.^{۱۲} نظریه‌های اقتصادی در اتحاد سه‌گانه‌ی فوق، مانند سایر نظریه‌های علمی، دارای دو وجه تألیفی^۷ و تحلیلی^۸ می‌باشد.^۹ تفاوت این دو وجه در شیوه بررسی صدق و اعتبار آن‌هاست. اعتبار وجه تحلیلی نظریه، به استفاده‌ی درست از ریاضیات و منطق و اعتبار وجه تألیفی نظریه از آنجا که مربوط به ادعاهای نظریه درباره جهان واقعی است، به مواجهه نظریه با داده‌ها بستگی دارد. بنابراین، با توجه به این مطالب می‌توان گفت که اقتصادسنجی، وجه تألیفی نظریه‌ها را با استفاده از ریاضیات به گزاره‌های قابل آزمون تبدیل می‌کند که در حالت پارامتری با استفاده از شیوه‌های آماری، پارامترهای آن‌ها را تخمین می‌زند. عملکرد این شیوه در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل، مدل نظری با تلفیق نظریه اقتصادی با ریاضیات تعریف شده است که پس از ترکیب با روابط احتمالی و آماری به یک مدل اقتصادسنجی تحویل می‌یابد.



شکل ۱. شیوه عمل اقتصادسنجی در کاربردهای اولیه در ایجاد محتوی

تجربی برای نظریه‌های علم اقتصاد

سؤالی که ممکن است مطرح گردد این است که ساخت یک مدل نظری

دو جنبه در اقتصاد اساسی است:

۱. آشنایی اقتصاددانان با مفاهیم کمتر بحث شده‌ی مؤثر بر بینش آن‌ها

در مورد ویژگی‌های تجربی پدیده‌های اقتصادی؛

۲. اصلاح برخی آموخته‌های فنی پیشین متناسب با ساختار پدیده‌ها و

چالش‌های اقتصادی و متناسب با پارادایم‌های^{۱۵} جایگزین موجود.

بدین منظور در ادامه این پژوهش، در ابتدا مدل‌سازی احتمالی و آماری مرسوم

در نظریه‌های اقتصادی تشریح می‌شود و سپس در ادامه نقایص این شیوه و

نحوه اصلاح آن‌ها توضیح داده خواهد شد.

۲ مدل‌سازی احتمالی و آماری مرسوم

در نظریه‌های اقتصادی

در تعریف‌های جدید، نظریه عبارت است از خانواده‌ای از مدل‌ها که بر

اساس مفهوم رسمی-اصول موضوعه‌ای^{۱۶} یا مدل-نظری ساخته شده است

([۲]). این شیوه به اقتصاددانان کمک می‌کند تا با استفاده از تصریح

مدل‌ها (به‌عنوان زوج نظریه‌ها در شیوه اصول موضوعه‌ای) سؤالات مطرح شده

در اقتصاد را پاسخ دهند ([۱۶])^{۱۷}. همچنین، نظریه‌های اقتصادی نحوه

تبیین^{۱۸} نتایج به‌دست آمده از مدل‌سازی‌های اقتصادی را نیز بیان می‌کنند.

بولاند [۴] به‌عنوان یکی از نظریه‌پردازان مدل‌سازی اقتصادی بیان می‌کند که:

مدل‌های اقتصادی [به‌عنوان زوج نظریه‌های اقتصادی در مفهوم رسمی-اصول

موضوعه‌ای]، تلاش آگاهانه مدل‌سازها در مدل‌سازی نظریه‌های اقتصادی

می‌باشند. همان‌گونه که در مقدمه بیان شد، یک مدل نظری نمایانگر ساختاری

با معادلات ریاضی به شکل $f(y, x) = 0$ است که از متغیرهای نظری استفاده

می‌کند (مانند تقاضا و عرضه). در مقابل، یک مدل آماری توزیع‌های احتمال

را برای متغیرهای مشاهده‌شده (که با متغیرهای نظری متفاوت‌اند) فراهم

می‌کند و الگوی نمونه‌گیری را مشخص می‌کند ([۱۴]). بر اساس مطالب

گفته‌شده، در رویکرد جدید نقش اساسی را مدل‌های آماری تصریح شده

برحسب متغیرهای تصادفی دارند. البته، نظریه‌ی اقتصادی از آنجا که انتخاب

داده‌ها را راهنمایی می‌کند تأثیر بسیار مهمی در مشخصات مدل‌های آماری

دارد. باین‌وجود، ممکن است برای یک کمیت نظری چندین سری از

داده‌های مشاهده‌شده مطابقت داشته باشد. وظیفه مدل‌های آماری جمع‌بندی

ضمنی نشان‌دهنده روابط میان متغیرها یک تابع تصادفی به صورت $f(y, x) =$

ε است که در آن ε یک عبارت تصادفی^{۱۲} است. مطابق این دیدگاه،

نظریه‌ها چارچوبی ساختاری را ارائه می‌دهند که در آن کمیت‌های تجربی

باید سازمان‌دهی شوند ([۳۴]). در دیدگاه فوق که روش کار بنیان‌گذاران

اقتصادسنجی-فریش، کوپمنز، هاوالمو و تین برگن^{۱۳}- است، برتری نظریه

بر داده‌ها یا کمیت‌های تجربی در تصریح مدل‌ها ویژگی اصلی مدل‌سازی

اقتصادسنجی است. این دیدگاه را در اقتصادسنجی، دیدگاه دریافتی^{۱۴}

می‌نامند ([۱۵]). باین‌حال، برخی همچون واینینگ [۳۴] بر این عقیده‌اند که

روش‌های آماری نباید تنها به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی روابط پیش‌بینی‌شده

توسط نظریه‌های اقتصادی (ادعاهای تألیفی) دیده شوند بلکه این روش‌ها

را باید به‌عنوان برداشتی از طبیعت دانست که در مطالعه تغییرات اقتصادی

کمتر از مطالعه پدیده‌های فیزیکی مفید نیستند ([۱۵]). این دیدگاه بر اهمیت

ساختار داده‌های مشاهده‌شده تأکید می‌کند و دامنه مدل‌سازی اقتصادسنجی را

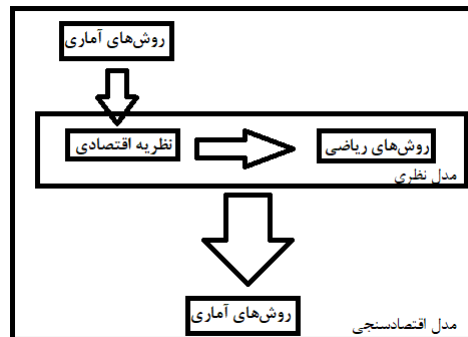
به مطالعه سیستماتیک پدیده‌های اقتصادی با استفاده از داده‌های مشاهده‌شده

گسترش می‌دهد. در این بینش، نقش اساسی را نه مدل‌های نظری اقتصادی که

مدل‌های آماری تصریح شده برحسب متغیرهای تصادفی خواهند داشت. در

شکل ۳ این شیوه جدید عملکرد اقتصادسنجی به‌طور شماتیک نشان داده شده

است.



شکل ۳. شیوه عمل اقتصادسنجی در کاربردهای جدید در ایجاد محتوی

تجربی برای نظریه‌های علم اقتصاد

با توجه به این مطالب، هدف پژوهش حاضر بررسی شیوه مدل‌سازی احتمالی

به‌منظور ساخت و بررسی تجربی بخش تألیفی نظریه‌های اقتصادی و اثر

دیدگاه جدید بر این نوع مدل‌سازی است. در این زمینه مهم‌ترین ویژگی‌ها و

جنبه‌های این موضوع را بررسی خواهیم کرد. اهمیت بررسی این موضوع از

¹²Stochastic Term

¹³Tinbergen

¹⁴Received View

¹⁵Paradigm

¹⁶Formal-Axiomatic

^{۱۷}این شیوه بررسی مسائل علمی استقراری (Inductivism) نامیده می‌شود که تبیین و پیش‌بینی یک وضعیت خاص (State) با استفاده از مواجهه نظریه-داده یا نظریه-مشاهده

(Hypothesis-led-Observation) صورت می‌گیرد.

¹⁸Explanation

آن Ω مجموعه‌ای غیر تهی از اشیاء^{۲۲} است و \mathcal{S} خانواده‌ای ویژه از زیرمجموعه‌های Ω است که یک سیگما-جبر نامیده می‌شود زیرا تحت عمل مکمل‌گیری و اجتماع‌گیری برای تعدادی نامتناهی شمارا از زیرمجموعه‌های Ω بسته است. استفاده از این نوع ساختار ریاضی به این دلیل است که هرگاه سخن گفتن از احتمال پیشامدهای A و B معقول باشد باید بتوانیم به پیشامدهای $A', B', A \cup B$ نیز احتمال نسبت دهیم و سیگما-جبر این شرایط را فراهم می‌کند.

بعد از تعریف پیشامد در اصل موضوع (۱) سه اصل موضوع نحوه تخصیص احتمال به پیشامدهای عضو \mathcal{S} به صورت زیر است:

۲.

$$0 \leq P(A); \quad \forall A \in \mathcal{S} \quad (1)$$

۳.

$$P(\Omega) = 1$$

۴.

$$P(\cup_{i=1}^{\infty} A_i) = \sum_i P(A_i) \quad \forall i, j \in [1, \infty) | A_i \cap A_j = \emptyset$$

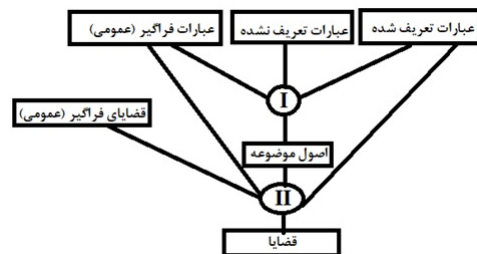
در رابطه (۱) اصل موضوع اول احتمال می‌گوید که احتمال هر پیشامد از مجموعه \mathcal{S} یک عدد مثبت است. اصل موضوع دوم احتمال به گونه‌ای تکرار اصل موضوع اول به همراه این حقیقت است که احتمال هر پیشامد قطعی برابر با یک است و اصل موضوع سوم که بیانگر رسیدن به احتمال پیشامدهای ناسازگار^{۲۳} از طریق یک رابطه جمع‌پذیر بر احتمال هر تعداد نامتناهی شمارا از این پیشامدهاست. تمام قضایای نظریه احتمال با استفاده از این سه اصل موضوع قابل اثبات هستند. به طور فشرده، در نظریه کولموگوروف فضای احتمال با سه گانه $P\Sigma = (\Omega, \mathcal{S}, P)$ نمایش داده می‌شود.

به منظور ایجاد مدل احتمال، به ساختارهای ریاضیاتی غنی‌تری از مجموعه‌ها به تنهایی نیاز است. ساختار ریاضی اعداد حقیقی که با نشان داده می‌شود ساختاری است که می‌توان با استفاده از آن ویژگی‌هایی همچون فاصله، ترتیب، مشتق، انتگرال و همگرایی را نیز علاوه بر خواص عمومی مجموعه‌ها تعریف نمود. در بررسی وجه تألیفی نظریه‌های اقتصادی این ساختار غنی، انعطاف بسیار بالایی خواهد داشت. بنابراین، یک مدل احتمالی^{۲۴} را با نداشتن فضای احتمال (Ω, \mathcal{S}, P) به فضای حقیقی n بعدی

دقیق کلیه اطلاعات ارائه شده توسط داده‌های مشاهده شده و سازمان‌دهی چنین اطلاعاتی در فرم آماری مناسب است. ویژگی اصلی این رویکرد بدیهی شمردن فرآیند مولد داده‌ها^{۱۹}، فرآیند تصادفی مولد متغیرهای موردنظر، بر اساس مدل‌سازی اقتصادسنجی است. مدل‌های آماری را می‌توان فرضیه‌هایی در مورد ساختار تصادفی این فرآیند دانست. به همین ترتیب، آن‌ها باید به عنوان ابزار عملی مورد استفاده قرار گیرند؛ و نباید آن‌ها را به عنوان مدل‌های واقعی برای واقعیت تفسیر کرد. بنابراین، هسته‌ی مدل‌سازی اقتصادسنجی جدید را مدل‌های آماری تشکیل می‌دهند که موتور محرک آن‌ها الگوهای احتمالی است (چراکه آزمون و تعمیم با استفاده از نمونه‌ای متناهی از مشاهدات بدون یک نظریه احتمال امکان‌پذیر نمی‌باشد).

در این زمینه، رویکرد مسلط در مدل‌سازی آماری در اقتصاد؛ نظریه اصول موضوعه‌ای کولموگوروف^{۲۰} (۱۹۳۳) است. البته، پس از نظریه ارزش ارائه شده توسط دبرو [۸] این شیوه در ساخت مدل‌های نظری اقتصادی نیز به کار گرفته شده است.

اصول موضوعه در یک نظریه اصل موضوعی با استفاده از عبارات تعریف شده و تعریف نشده یا عبارات فراگیر (جهان شمول) در سایر حوزه‌ها ساخته می‌شود. قضایا در نظریه اصل موضوعی توسط عبارات تعریف شده، قضایای عمومی که در سایر علوم پذیرفته شده‌اند و اصول موضوعه با استفاده از روش‌های معتبر استنباطی (قیاس یا استقراء ریاضی) ساخته می‌شوند. شیوه ساخت یک نظریه با روش اصول موضوعه‌ای در شکل ۴ نشان داده شده است:



شکل ۴. شیوه ساخت نظریه با استفاده از اصول موضوعه‌ای

در نظریه اصل موضوعی کولموگوروف احتمال و تجربه^{۲۱} عبارات تعریف نشده و پیشامد عبارت تعریف شده را تشکیل می‌دهند. در نظریه وی پیشامد عضوی است از سیگما-جبری که بر فضای نمونه‌ای تعریف می‌شود. بنابراین، وی پیشامد را به صورت یک گزاره‌ی ریاضی تعریف می‌کند. اصول موضوعه‌ی کولموگوروف به صورت زیر می‌باشد:

۱. یک تجربه به صورت زوج مرتب (Ω, \mathcal{S}) تعریف می‌شود که در

¹⁹Data Generate Process (DGP)

²⁰Kolmogorov

²¹Experience

²²Objects

²⁴Probability Model

^{۲۳} دو پیشامد را ناسازگار گویند هرگاه نتوانند باهم روی دهند.



شکل ۶. ارتباط بین فضای نمونه‌ای و مدل آماری

مدل‌سازی آماری مکانیسم تصادفی مولد داده‌های مشخص (از نظر فرآیند مولدشان) را مدل می‌کند. این شیوه محقق را قادر به استدلال استقرایی می‌کند و در نتیجه استنباط در مورد مکانیسم و تعمیم نتایج فراتر از داده‌های مورد استفاده مقدور خواهد شد. در واقع به نظر می‌رسد که آنچه فلاسفه پوزیتیویست منطقی^{۲۷} همچون پوپر^{۲۸} و حلقه وین^{۲۹} قادر به انجام مناسب آن نشدن را اجرایی نمود. به منظور توضیح بیشتر این موضوع، باید توجه داشت که فرمی کلی یک استدلال استقرایی به صورت^{h=e} $\frac{e}{(probably)h}$ است که معنایش آن است که هرگاه فرضیه h درست باشد آنگاه شواهد e را مشاهده خواهیم کرد، شواهد e مشاهده می‌شود پس احتمالاً h درست است. اینکه از بررسی جزئیات e چگونه می‌توان به یک قانون کلی رسید بستگی به فرض برقراری یکنواختی در جامعه مولد شواهد e دارد که در صورت استدلال استقرایی چنین فرضی وارد نشده است و بنابراین استدلال استقرایی حاوی هیچ استلزامی برای برقراری نتیجه ندارد. حتی وارد کردن این فرض نیز به دلیل آنکه برقراری این فرض مستلزم استقراء است چندان کمکی به نتیجه نمی‌کند. بنابراین، در نتیجه استدلال از کلمه احتمالاً (Probably) استفاده شده است. پوپر برای حل مسئله استقراء فرم استدلال را به طور کلی تغییر و به صورت^{h=e} $\frac{e'}{(probably)h}$ درآورد که در آن بجای شواهد اثبات‌کننده فرضیه یا نظریه به دنبال شواهد نقض‌کننده فرضیه، e' ، قرار گرفته است. این رویکرد جایگزین را پوپر (۱۹۶۳) ابطال‌گرایی^{۳۰} نامیده است ([۳۲]). در ابتدا به نظر می‌رسید که پوپر به نوعی توانسته است که مسئله استقراء را حل کند. اما نقد دوئم^{۳۱} (که در ادامه توضیح داده خواهد شد) و کوهن^{۳۲} بر شیوه ابطال‌گرایی برخی ضعف‌های این شیوه را برملا کرد. برای توضیح این شیوه با استفاده از یک مثال فرض می‌کنیم که می‌خواهیم کمیت مصرف کل یک جامعه را بررسی کنیم. یک روش عبارت است از طراحی یک نظریه و پس از آن بررسی پیش‌بینی یا پیش‌بینی‌های نظریه در واقعیت (دیدگاه دریافتی). روش دیگر عبارت است از گردآوری

²⁵Borel Field

^{۲۶} هر مدل نظری یک رابطه ریاضی مرکب از دو جزء قابل مشاهده (داده‌ها) و غیرقابل مشاهده (پارامترها) است. اینکه پارامترهای نامعلوم چه مقادیر انتخاب می‌کنند توسط فضای پارامتر مشخص می‌شود. در واقع فضای پارامتر قیدی است که مقادیر ممکن که پارامترها ممکن است برگزینند را مشخص می‌کند. هر مقدار ممکن در فضای پارامترها یک ساختار (Structure) نامیده می‌شود.

²⁷Logical Positivists

²⁸Popper, K.R.

²⁹Vienna Circle

³⁰Falsifiability

³¹Duhemian Ambiguity

³²Kuhn

^{۳۳} شیوه مدل‌سازی که در اینجا بحث شده است در هر دو حالت قابل کاربرد است. تنها تفاوت این دو حالت در شیوه استدلال در مورد روابط مصرفی جامعه است.

$(\mathbb{R}^n, B(\mathbb{R}^n), P^\theta)$ تعریف می‌کنیم که توسط متغیر تصادفی برداری همچون A به دست می‌آید. در این ساختار جدید \mathbb{R}^n فضای اعداد حقیقی n بعدی، $B(\mathbb{R}^n)$ سیگما-میدان بورل^{۲۵} بر اعداد حقیقی n بعدی و P^θ تابع چگالی احتمال پارامتری متناظر با تابع اندازه P در سه گانه (Ω, \mathcal{F}, P) می‌باشد. شکل ۵ نشان می‌دهد که مدل احتمال، نگاشت فضای احتمال بر فضای \mathbb{R}^n است:



شکل ۵. ارتباط بین فضای احتمال و مدل احتمال

در ادامه این پژوهش به منظور تأکید بر اجزا اساسی ساختار مدل‌های احتمالی، از فرم فشرده زیر استفاده می‌شود:

$$PM = \{A, \Theta, P^\theta\} \quad (۲)$$

در این رابطه، عبارت Θ فضای پارامتر پارامترهای تابع چگالی احتمال P^θ است. به منظور تعریف مدل آماری نیاز است که بردار متغیرهای تصادفی A را در طول مشاهدات زمانی یا مقطعی هر متغیر تصادفی که فرض می‌شود $t = 1, 2, \dots, T$ است در یک فضای ضرب احتمال تکثیر کرد. در این صورت یک مدل آماری M_T برابر با $[PM]^{\otimes T}$ خواهد بود که از ضرب مدل‌های احتمال $(\mathbb{R}^n, B(\mathbb{R}^n), P^\theta)_1 \otimes (\mathbb{R}^n, B(\mathbb{R}^n), P^\theta)_2 \otimes \dots \otimes (\mathbb{R}^n, B(\mathbb{R}^n), P^\theta)_T$ به دست می‌آید و به طور فشرده با استفاده از مجموعه سه گانه زیر تعریف می‌شود:

$$M_T = \{A^T, \Theta, P_T^\theta\} \quad (۳)$$

که $A^T \in \mathbb{R}^{nT}$ خواهد بود. همچنین Θ فضای پارامتر است که دامنه تغییرات ساختار مدل را نشان می‌دهد و P_T^θ خانواده‌ای از توزیع احتمال‌های نمونه‌ای است^{۲۶}. برای سادگی، رابطه‌ی (۳) را می‌توان به صورت $A|\theta \sim P_T^\theta$ نشان داد ([۱۲]). در شکل ۶ نشان داده شده است که مدل آماری محصول حالت انتزاعی‌تری، فضای نمونه، است که بر مفهوم مجموعه بجای اعداد حقیقی بنا شده است.

مجموعه‌ای کافی از داده‌ها^{۳۳}. سپس به منظور تقریر ادعاهایی فراتر از این نمونه و تعمیم نتایج حاصل از بررسی آماره‌های توصیفی همچون میانگین نمونه‌ای، استفاده از یک مکانیسم احتمالی که فرآیند مولد داده‌ها را توصیف کند. در مورد مصرف فرض تبعیت فرآیند مولد داده‌های متغیر مصرف از یک توزیع نرمال منطقی است. لذا، می‌توانیم این موضوع را با استفاده از نمونه‌ای تصادفی ساده به حجم T از کمیت مصرف به صورت زیر توصیف کنیم:

$$C|\alpha, \beta, \sigma^2 \sim N_T((\alpha + \beta)1_T, \sigma^2 1_T) \quad (5)$$

۳ مدل ساده آماری

در بخش پیش گفته شد که P_T^θ خانواده‌ای از توزیع‌های احتمال نمونه‌ای است. به این معنی که به ازای هر بردار از متغیر A^J ، $J = 1, 2, \dots, n$ در هر نقطه $t = 1, 2, \dots, T$ یک تابع احتمال جداگانه P_T^θ ، $T; P_T^\theta$ فرض می‌شود. همچنین از ارتباط میان متغیرهای A^J ، $J = 1, 2, \dots, n$ به ازای هر $t = 1, 2, \dots, T$ چیزی گفته نشد. در واقع در این موقعیت بدون وضع فرضی در این باره نمی‌توان از الگوی ارائه‌شده در رابطه (۳) استفاده کرد. مناسب‌ترین نقطه شروع وضع فرضی است که منجر به ایجاد مدلی ساده و اجرایی شود. فرض استقلال و هم توزیع بودن متغیرها منجر به ساخت مدلی کاربردی تحت عنوان مدل ساده آماری می‌شود. مدل $M_T = \{A^T, \Theta, P_T^\theta\}$ مدل ساده آماری نامیده می‌شود هر گاه دو شرط زیر هم‌زمان بر رابطه (۳) تحمیل شود:

۱. توزیع احتمال مشاهدات a_1, \dots, a_T به ازای هر $\theta \in \Theta$ مستقل باشد (از نماد Θ نشان استقلال مشاهدات استفاده می‌کنیم)

۲.

شروط ۱ و ۲ یک قید بر مدل وضع می‌کنند که ساختار عمومی مدل M_T را به رده خاصی از مدل‌ها^{۳۵} فرو می‌کاهند. می‌توان این قید را به مجموعه $\{A^T, \Theta, P_T^\theta\}$ اضافه کنیم تا نشان دهیم هر مدل احتمالی علاوه بر وابستگی به توزیع احتمال، فضای پارامتر و انتخاب متغیرهای A^J ، $J = 1, 2, \dots, n$ به مفروضات وضع شده بر مدل که ساختار آن را دست کاری می‌کند نیز بستگی تام دارد. در این حالت M_T را به صورت $\{A^T, \Theta, P_T^\theta, \Sigma^{i.i.d}\}$ توصیف می‌کنیم که $\Sigma^{i.i.d}$ مفروضات وضع شده بر فضای نمونه‌ای A^T را توصیف می‌کند ([۳۲]).

۴ رگرسیون

اصلی‌ترین ابزار اقتصاد در ایجاد محتوی تجربی نظریه‌ها و آزمون فرض‌ها رگرسیون است. در این شیوه متغیر وابسته به صورت تابعی از متغیرهای مستقل به همراه یک عبارت خطای تصادفی توصیف می‌شود. به منظور تحلیل رگرسیونی در ادامه مفاهیم اساسی و اصلی این شیوه با استفاده از تعمیم مدل آماری M_T توضیح داده شده است. رگرسیون اصطلاحاً نوعی مدل شرطی

³⁴Identify

مجموعه‌ای کافی از داده‌ها^{۳۳}. سپس به منظور تقریر ادعاهایی فراتر از این نمونه و تعمیم نتایج حاصل از بررسی آماره‌های توصیفی همچون میانگین نمونه‌ای، استفاده از یک مکانیسم احتمالی که فرآیند مولد داده‌ها را توصیف کند. در مورد مصرف فرض تبعیت فرآیند مولد داده‌های متغیر مصرف از یک توزیع نرمال منطقی است. لذا، می‌توانیم این موضوع را با استفاده از نمونه‌ای تصادفی ساده به حجم T از کمیت مصرف به صورت زیر توصیف کنیم:

$$C|\mu, \sigma^2 \sim N_T(\mu 1_T, \sigma^2 1_T) \quad (4)$$

در این رابطه، فرض شده است که داده‌های مشاهده شده مصرف متغیرهایی تصادفی هستند که از یک توزیع نرمال با میانگین μ و واریانس σ^2 تبعیت می‌کند. بردار پارامترهای این مدل را می‌توان به صورت $\theta = (\mu, \sigma^2)$ نشان داد که فضای پارامتر متناظر با آن عبارت است از؛ $\Theta = (\mu, \sigma^2) \in \Theta = \mathbb{R}^n \times (0, \infty)$. بدون فرضی درباره رابطه‌ی این متغیر تصادفی نمی‌توان مکانیسم مولد داده‌ها و خواص آن را شناخت. برای این منظور فرض می‌کنیم این متغیرها مستقل و هم توزیع با توزیع نرمال C است. نمادهای 1_T و I_T به ترتیب عبارت‌اند از برداری که تمام اعضایش برابر با ۱ هست و ماتریس همانی. بنابراین، تمام اجزا چنین مدلی با استفاده از رابطه (۴) قابل توصیف است. این الگوی آماری کمک می‌کند تا رفتار کمیت مصرف را با فرض تبعیت از یک توزیع نرمال را که فرضی منطقی هست (زیرا عوامل بی‌شماری بر رفتار مصرفی مؤثرند که تأثیرات اندکی برجای می‌گذارند) را دقیق‌تر بررسی کنیم. با استفاده از آماره‌های میانگین و واریانس نمونه‌ای می‌توانیم بردار $\theta = (\mu, \sigma^2)$ توصیف کنیم. همچنین با استفاده از فرض توزیعی استقلال و هم توزیعی می‌توانیم به راحتی تعمیم‌های لازم را از نمونه مشاهده شده به عمل آوریم.

هدف از این نوع مدل‌سازی کسب دانش در مورد توزیع احتمال مولد داده‌ها یا در مورد پارامتر θ است که توزیع را توصیف می‌کند. به منظور ارتباط این دو مفهوم فرض می‌شود که مدل آماری شناساست^{۳۴}. در غیر این صورت با کسب دانش در مورد بردار پارامتر θ نمی‌توان رابطه‌ای با توزیع احتمال داده‌ها یافت و در نتیجه تعمیمی از بررسی صورت گرفته به عمل آورد چرا که نتایج تنها برای نمونه بررسی شونده معتبر خواهند بود. بنابراین، تعریف ارائه شده در رابطه‌ی (۴) بدون شرطی در مورد شناسا بودن مدل از طریق پارامترها ناقص خواهد بود. به طور کلی مدل M_T را شناسا می‌گویند هر گاه برای هر جفت از پارامترهای θ_1 و θ_2 (که می‌توانند به صورت برداری یا تابعی باشند) متعلق به فضای پارامتر Θ برابری $P_T^{\theta_1} = P_T^{\theta_2}$ دال بر برابری $\theta_1 = \theta_2$ باشد ([۱۲]).

برای مثال چنانچه تئوری ادعا کند که پارامتر μ مصرف در رابطه (۴)

^{۳۵}این نوع مدل را مدل آماری ساده می‌نامند که پایه ساخت مدل‌های آماری دیگر است.

و مدل شرطی به صورت زیر خواهد بود:

$$g_t | h_t, \theta \stackrel{i.i.d}{\sim} N(\alpha + \beta h_t, \sigma^2) \quad (8)$$

که در این رابطه پارامترها به صورت زیر به دست آمده اند:

$$\beta = \frac{\sigma_{gh}}{\sigma_{hh}}, \quad \alpha = \mu - \frac{\sigma_{gh}}{\sigma_{hh}} \xi, \quad \sigma^2 = \sigma_{hh} - \frac{\sigma_{gh}^2}{\sigma_{hh}}$$

این مثال در واقع این ویژگی را بیان کرد که پارامتر θ در مدل اصلی را می توان به دو تابع از θ تجزیه کرد. این تجزیه مقدمه ای برای تولید نوعی خاص از ابزارهای مدل سازی مدرن تحت عنوان رگرسیون است.

۶ مفهوم رگرسیون

یک تابع رگرسیونی بیانی ویژه از مدل اصلی M_T است. در واقع رگرسیون مقدار انتظاری یک مدل شرطی است. برای مثال در رابطه (۸) می توان نشان داد که این مقدار انتظاری برای $H^T = h_t$ به صورت زیر است:

$$E(G_t | H^T = h_t) = \alpha + \beta h_t \quad (9)$$

این رابطه در فضای $H^T \times G^T$ را رگرسیون G^T بر H^T می نامند.

رابطه ای فوق تنها برای مقدار مشخص $H^T = h_t$ است و احتمال حاشیه ای رخداد هر h_t را لحاظ نمی کند. برای غلبه برای این مشکل، شیوه درست رابطه ی رگرسیون G^T بر H^T به صورت زیر است:

$$E(G_t | \sigma(h_t)) = f(h_t); \quad H^T \in M_{Th} \quad (10)$$

در رابطه فوق عبارت $E(G_t | \sigma(h_t))$ به صورت یک تابع تصادفی، $f(h_t)$ ، بر سیگما-جبر مولد پیشامدهای H^T تعریف شده است و در نتیجه احتمال حاشیه ای هر پیشامد h_t را نیاز در برمی گیرد ([۳]). دلیل این موضوع آن است که می دانیم تجزیه یک مدل پایه ای به دو مدل حاشیه ای و شرطی به صورت $M_T = M_{Tg} \times M_{Th}$ می باشد. در صورتی که رگرسیون $E(G_t | \sigma(h_t))$ بخواهد نمایشی از مدل M_T باشد (بدون نادیده گرفتن هر کدام از اجزاء اساسی آن) بایستی به این شکل تعریف شود.

تفاوت روابط (۹) و (۱۰) به تفسیری که از تابع f و ثابت های α و β داریم بستگی دارد. در رویکرد رسمی اقتصادسنجی این معادله ها به شکل متعارف به عنوان فرضیه های عمومی که مدعی ارتباط میان G^T با H^T هستند تفسیر می گردند که با استفاده از داده های جدید قابلیت ابطال پذیری را دارند. در این رویکرد، تفاوت رابطه ی (۹) با رابطه ی (۱۰) فراتر از آن است که گفته شود در اولی ارتباط G^T با H^T با استفاده از ثابت های α و β و در دومی این

^{۳۶} برای به دست آوردن مقادیر حاشیه ای و شرطی نیاز به معرفی مفهوم انتگرال لبگ است که در کتاب های پیشرفته احتمال و نظریه اندازه توضیح داده شده است.

آماری است. پیش از ورود به بحث رگرسیون ابتدا نحوه ایجاد مدل های حاشیه ای و شرطی باید توضیح داده شود.

۵ مدل های شرطی و حاشیه ای

در نظریه اصل موضوعی احتمال ریاضی با استفاده از یک مدل آماری، می توان مدل های دیگری را از طریق محاسبه احتمال های حاشیه ای و شرطی ساخت. در اقتصادسنجی مفهوم مدل شرطی بنیادی است و به ما امکان ساخت مدل های مقید با استفاده از بسط مدل $i.i.d$ را می دهد.

با فرض آنکه $a = (a_t)_{t=1,2,\dots,T}$ نمونه ای در دسترس باشد و بتوان به ازای هر مشاهده در t متغیر a را به (g_t, h_t) به گونه ای افزایش کرد که ترتیب شامل p و q متغیر باشند (به صورتی که $p+q=T$). در این صورت فضای A را می توان به حاصل ضرب دکارتی $G \times H$ که $G \in G$ و $h \in H$ باشد تبدیل شود. این تقسیم a نمایش را ساده می کند اما در برخی موارد، g_t و h_t دو تابع از a_t تعریف می کند.

در این شرایط با استفاده از مدل $M_T = \{A^T, \Theta, P_T^\theta\}$ می توان مدل های زیر را استخراج کرد:

□ مدل حاشیه ای بر H^T را که به صورت $M_{Th} = \{H^T, \Theta, P_{Th}^\theta\}$ نشان داده می شود و دارای فضای نمونه ای H^T ، فضای پارامتر Θ و توزیع احتمال P_{Th}^θ است که توزیع حاشیه ای P_{Th}^θ بر H می باشد.

□ مدل شرطی به شرط H که به صورت $M_{Tg}^h = \{H^T \times G^T, \Theta, P_{Tg}^{\theta h}\}$ نشان می دهیم. فضای نمونه ای این مدل $H^T \times G^T$ ، فضای پارامتر آن Θ اما توزیع احتمال نمونه ای توزیع شرطی G^T مشروط به $h \in H^T$ خواهد بود ^{۳۶}.

در ادبیات اقتصادسنجی توزیع نرمال کاربرد فراوانی دارد و فرم دو متغیره آن به روشن شدن نحوه استخراج دو مدل شرطی و حاشیه ای از فرم اصلی یا پایه ای کمک می کند. برای این منظور رابطه عمومی زیر را تعریف می کنیم:

$$a_t | \theta \stackrel{i.i.d}{\sim} N\left(\begin{pmatrix} \mu \\ \xi \end{pmatrix}, \Sigma\right) \quad (6)$$

در این رابطه بردار پارامتر θ عبارت است از $\theta = (\mu, \xi, \Sigma)$ و Σ ماتریس واریانس-کواریانس با نمایشی به شکل $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{gg} & \sigma_{gh} \\ \sigma_{gh} & \sigma_{hh} \end{bmatrix}$ می باشد. بنابراین، فضای پارامتر $\Theta = \mathbb{R}^2 \times C_p$ خواهد بود. مدل حاشیه ای متغیر h که $i.i.d$ باقی خواهد ماند به صورت زیر قابل دستیابی است:

$$C_{t=1}^T h_t | \theta \Leftrightarrow h_t | \theta \stackrel{i.i.d}{\sim} N(\xi, \sigma_{hh}) \quad (7)$$

فرض‌های کمکی در آزمون تجربی نظریه‌های علمی اشاره کرد. وی بر این اعتقاد بود که فروض کمکی در نهایت نظریه را غیرقابل آزمون می‌کنند. آن گونه که دوئم در مقاله‌اش بیان می‌کند در بررسی تجربی یک نظریه علمی، دانشمندان نمی‌توانند یک فرض منفرد [در قالب فرضیه‌های آماری] را آزمون تجربی کنند؛ بلکه کل گروه فرض‌ها را آزمون می‌کنند. بنابراین، اگر نتیجه‌ی آزمون با پیش‌بینی نظریه مخالف باشد، آنچه دانشمندان می‌توانند استنتاج کنند این است که حداقل یکی از فرض‌های موجود در مجموعه فرض‌های وی غیرقابل قبول است و باید تغییر کند. علاوه بر این، آزمون نمی‌تواند مشخص کند در این مجموعه کدام فرض با واقعیت سازگار است ([۹]).

بیان دقیق ابهام دوئم بدین قرار است که؛ اگر مجموعه فرض‌های نظریه را با h و مجموعه فرض‌های مدل یا فرض‌های کمکی را با a نمایش دهیم آنگاه مجموعه فرضیات نظریه-مدل برابر با $h+a$ خواهد بود. بررسی تجربی نظریه-مدل با فرضیات $h+a$ زمانی که فرض‌های a در مدل رعایت شده‌اند، می‌تواند به معنای بررسی نظریه یا مجموعه فرض‌های h باشد. در صورتی که از برقراری فرض‌های a در مدل مطمئن نباشیم! در این صورت بررسی تجربی نظریه ناممکن خواهد بود زیرا در صورت عدم سازگاری نظریه با داده‌ها نمی‌توانیم به صورت مطمئن نتیجه بگیریم که این عدم سازگاری مربوط به فرضیه‌های نظریه (مجموعه‌ی h) است و یا مربوط به فرضیه‌های مدل (مجموعه‌ی a) است. ابهام دوئم در زمینه نظریه‌های اقتصادی چالش‌برانگیز است. زیرا هر نظریه یکسری فرضیه‌ها را بیان می‌کند که توسط یک یا چند مدل آماری این فرضیه‌ها بررسی می‌شوند. رد فرضیه‌ها می‌تواند به دلیل تصریح نادرست مدل‌های آماری باشد که در این صورت مدل آماری ابزاری مناسب برای بررسی فرضیه‌ها نخواهد بود.

به‌عنوان یک مثال در این زمینه رابطه بلندمدت میان دو بازار ارز و سهام را در نظر می‌گیریم. مدل آماری هم‌انباشتگی یا هم‌جمعی مدلی است که به‌منظور مطالعه‌ی تجربی روابط بلندمدت اقتصادی در بین متغیرهای نامانا معرفی شده است که کاربردهای فراوانی در اقتصاد و مالی دارد. دلیل اهمیت این کاربرد در آن است که با وجود آنکه سری‌های زمانی نامانا به‌طور جداگانه پیش‌بینی‌ناپذیرند (به دلیل آنکه میانگین و واریانس این متغیرها در زمان متغیر است) اما ترکیب خطی آن‌ها می‌تواند پیش‌بینی‌پذیر باشد. به‌طور کلی قیمت‌های دارایی‌های مالی که مانا باشند دارای خاصیت برگشت‌پذیری به میانگین هستند (در صورت وجود). بنابراین، با استفاده از این خاصیت می‌توان استراتژی‌های مبادله‌ی سودآور را طراحی کرد. بدین صورت که زمانی که قیمت دارایی از میانگین آن بالاتر بود دارایی را فروخت و زمانی که قیمت دارایی کمتر از میانگین قرار داشت دارایی را خرید. اما قیمت دارایی‌ها

ارتباط با استفاده از یک حالت تابعی بیان شده است. زیرا، اگر این روابط به ازای دو نمونه متفاوت مورد آزمون قرار گیرد در رابطه (۹) نباید نتایج به‌طور معنی‌داری تفاوت داشته باشند زیرا در این صورت ابطال‌پذیری به دلیل عدم رعایت اصل یکنواختی^{۳۷} نقض می‌گردد. اما در دومی چنانچه تابع f یک تابع با ضرایب متغیر باشد مشکلی پیش نخواهد آمد ([۱۹]). این موضوع به این معنی است که در موقعیت‌هایی که اصل یکنواختی شواهد قانع‌کننده‌ای در حمایت خود ندارد نباید از فرض خطی بودن رگرسیون استفاده نمود.

۷ برخی نقدها بر شیوهی مرسوم مدل‌سازی

در ادامه این پژوهش به مواردی اشاره می‌شود که می‌توانند چالشی در برابر شیوه مدل‌سازی آماری پدیدآورند. از میان این موارد ابهام دوئم و تعریف کینز از احتمال مهم‌ترین موارد هستند که شایان توجه بیشتری در مدل‌سازی هستند.

۸ بررسی ابهام دوئم در نظریه‌های اقتصادی (هم‌انباشتگی)

سیاست‌گذاری موفق محصول شناخت علمی روابط علی است. شناخت روابط علی با استفاده از نظریه‌های علمی که آزمون‌های تجربی را به شکل موفقیت‌آمیزی پشت سر گذارده‌اند ممکن است. می‌توان گفت که تقریباً بررسی تجربی نظریه‌های اقتصادی بدون مدل‌سازی امکان‌پذیر نیست (جز در برخی حوزه‌های اقتصاد خرد که می‌توان از روش‌های آزمایشگاهی استفاده کرد). مدل، یک الگوی منطقی است که تفسیری قابل‌بررسی از نظریه ارائه می‌دهد. در منطق^{۳۸}، تعریف مدل به‌صورت زیر است:

مدل تعبیری از یک نظریه (بیان‌شده در منطق مرتبه اول) است که در آن قضایای نظریه صادق هستند (آ.گ. همیلتون منطق برای ریاضیدانان، فصل چهار).

بر اساس این تعریف، مدل سیستمی منطقی است که ساختار آن با ساختار نظریه در تناقض منطقی نیست. برای آنکه قضایای یک نظریه قابل آزمون باشد علاوه بر فرض‌های خود نظریه به فرض‌های دیگری نیز نیاز است که این فرض‌ها را فرض‌های کمکی^{۳۹} می‌نامند. بسته به انتخاب این نوع فرض‌ها مدل‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. دوئم^{۴۰} (۱۹۰۴) به نقش تناقض‌آمیز

³⁸Logic

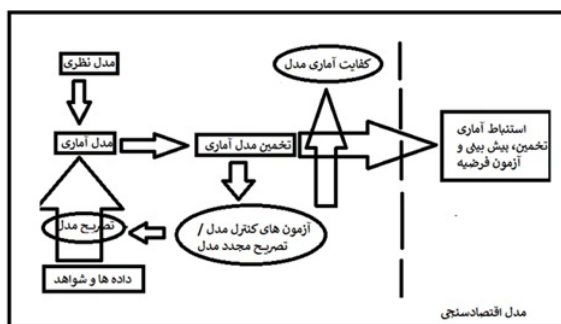
³⁹Auxiliary Assumptions

⁴⁰Duhem

خواهد بود. زیرا تغییر نتایج با تغییر نمونه‌ها به رسمیت شناخته شده است.

چنانچه ضعف روش‌های کلاسیک آزمون‌های هم‌انباشتگی موجود تنها موارد فوق باشد، با تغییر شیوه مدل‌سازی از کلاسیک به بیزی می‌توان ضعف‌های یادشده را برطرف کرد (برای نمونه به [۳۱] مراجعه کنید). با وجود اهمیت موارد فوق، مهم‌ترین ضعف در نادیده گرفتن واقعیت فرآیند مولد داده‌های قیمت‌های دارایی‌های مالی است. فرآیند مولد این داده‌ها حاوی اثرات ARCH است که سبب می‌شود خواص مجانبی آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی کلاسیک در حضور این اثرات شناخته شده نیست ([۲۹]). بنابراین، تنها با تغییر شیوه مدل‌سازی از کلاسیک به بیزی مسئله بررسی فرضیه بازارهای کارا با استفاده از ارتباط میان بازارهای مالی حل نمی‌شود بلکه تصریح مناسب اجزاء مدل بر اساس واقعیت‌های تلطیف شده بسیار با اهمیت است. این موضوع بدین معناست که در این زمینه ابهام دوئم بشدت اعتبار تجربی آزمون فرضی بازارهای کارا را زیر سؤال می‌برد. زیرا رد این فرضیه (یا تأیید آن) می‌تواند به دلیل تصریح نادرست مدل آماری به‌مثابه فرضیه‌های کمکی a باشد.

یکی از روش‌های تخفیف اثرات ابهام دوئم در اقتصادسنجی، انجام آزمون‌های تصریح مدل در مرحله قبل از استنباط آماری است. در این صورت مدل اقتصادسنجی نشان داده شده در شکل ۱ و ۳ باید به‌صورت زیر تصحیح گردد.



شکل ۷. تجدیدنظر در شیوهی عمل اقتصادسنجی با توجه به ابهام دوئم

در واقع تصریح مدل کمکی می‌کند تا آزمون فرض نظریه ارتباطی با فرضیه‌های خود مدل نداشته باشد.

^{۴۱} فرضیه بازارهای کارا در بازار سهام بیان می‌کند که سرمایه‌گذاران به‌صورت واحدهای عقلایی رفتار می‌کنند و از تمام اطلاعات موجود در جهت کشف روند آتی قیمت‌های

معمولاً ناماناست و طراحی استراتژی فوق ناممکن است. باین حال چنانچه یک ترکیب خطی از دو یا بیشتر از دو قیمت دارایی نامانا وجود داشته باشد که مانا باشد می‌توان استراتژی مبادله را مشابه حالت فوق طراحی نمود. فرضیه بازارهای کارا^{۴۱} در بازاری همچون بازار سهام یا بازار ارز، وجود چنین استراتژی را منکر می‌شود. مطابق مبانی این فرضیه وجود ارتباط کوتاه‌مدت میان بازار ارز و بازار سهام از لحاظ تئوری‌های اقتصاد مالی مشکلی را ایجاد نمی‌کند. اما ارتباط بلندمدت که در ادبیات اقتصادی از آن تحت عنوان هم‌انباشتگی یاد می‌شود با فرضیه بازارهای کارا^{۴۲} در تقابل است. بنابراین، ارتباط بلندمدت بازار ارز و بازار سهام به دلیل آنکه می‌توان از چنین ارتباطی در جهت روندهای آتی بازار سهام استفاده نمود ناقض فرضیه بازار کارا خواهد بود ([۲۷]).

در بررسی تجربی نظریه بازارهای کارا با استفاده از مفهوم هم‌انباشتگی موضوع مهم تفکیک فرضیه‌های نظریه اقتصادی بازارهای کارا و مدل آماری موردنظر برای در نظر گرفتن آن‌ها در فرآیند استنباط آماری است.

در زمینه آزمون فرض بازارهای کارا به‌طور کلی کارهای بسیاری صورت پذیرفته است. باین حال، نتایج تجربی درباره رابطه میان این دو بازار (و جهت علیت) متناقض است. دو دلیل اصلی ریشهی چنین تناقضی است. دلیل اول با ایراد برخی انتقادات ریشهی تناقض‌ها را در محدودیت شیوهی مدل‌سازی کلاسیک یا فراوانی‌گرا می‌پندارد. این محدودیت سبب عدم کفایت آزمون فرض‌های کلاسیک در این زمینه می‌شود. انتقادات مطرح شده در این زمینه عبارت‌اند از:

۱. در آزمون‌های کلاسیک ریشه واحد (مانند ADF و PP) و هم‌انباشتگی (مانند انگل-گرنجر و فیلیس اولایر) نظریه توزیع مجانبی به شکل ناپیوسته بین فرضیه وجود ریشهی واحد و فرضیه مانایی تغییر می‌کند و لذا آزمون فرض‌های کلاسیکی (مبتنی بر نظریه مجانبی) نمی‌تواند روشی منطقی برای استنباط آماری بر اساس نظریه مجانبی ناپیوسته را به دست دهد ([۳۱]).

۲. در آزمون‌های ADF، PP و KPSS و همچنین به‌طور متناظر در آزمون‌های هم‌انباشتگی کلاسیک مقادیر بحرانی در عمل برای نمونه‌های کوچک اساساً متفاوت از مقادیر مجانبی آن‌هاست ([۲۵]). این موضوع می‌تواند منجر به تولید نتایج متناقضی در نمونه‌های کوچک شود.

۳. استنباط وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت باید مشروط به نمونه‌های دسترس انجام پذیرد که در این صورت وجود نتایج متفاوت متناقض

^{۴۱} فرضیه بازارهای کارا در بازار سهام بیان می‌کند که سرمایه‌گذاران به‌صورت واحدهای عقلایی رفتار می‌کنند و از تمام اطلاعات موجود در جهت کشف روند آتی قیمت‌های سهام استفاده می‌کنند. به‌این علت حرکات قیمت سهام به‌صورت تصادفی خواهد بود.

۹ عدم توجه نظریه‌های اقتصادی به

نقش داده‌ها و شواهد

برخی بر این باورند که رویکرد مدل‌سازی مرسوم به دلیل استفاده از نظریه‌ها برای مدل‌سازی بدون توجه به داده‌ها و تکنیک‌های تحلیل داده‌ها ناقص است. در این مورد برنت استیگوم (۱۹۹۵) استدلال می‌کند که به‌منظور مدل‌سازی تجربی مستقیم، نظریه‌های اقتصادی مناسب نیستند. زیرا در نظریه‌های اقتصادی بسیاری از مفاهیمی که برای مدل‌ساز بااهمیت است به‌راحتی کنار گذاشته شده‌اند. برای مثال یک نظریه اقتصادی ممکن است رابطه میان یک متغیر در زمان t و متغیری دیگر را در زمان $t-1$ بیان کرده باشد بدون آنکه واحد زمانی را مشخص نموده باشد. درحالی‌که این مسئله برای مدل‌ساز می‌تواند بسیار مهم باشد که واحد زمانی دقیقه، ساعت و ... است. در واقع نمی‌توان بدون توجه به تحلیل آماری داده‌های در دسترس، صرفاً با تکیه بر نظریه‌ها مدلی مناسب را برای چیرگی بر چالش‌های اقتصادی معرفی کرد. این موضوع یکی از دلایل کوچ اقتصادسنجی از دیدگاه دریافتی به رویکرد جدید یا جایگزین بوده است. با این حال ابزارهای این کار (مانند تحلیل کلان دینا) هنوز در اقتصاد چندان جا نیفتاده است.

مدل (۱۱) را با افزودن این فرض اضافی و حذف فرض نادرست استقلال مشاهدات به‌صورت زیر اصلاح می‌کنیم:

$$\begin{cases} r_t | \mu, \sigma^2 \sim N(\mu, \sigma^2) \forall t \\ \sigma_t^2 = \frac{\sigma^2}{\omega}; \quad \omega \sim G\left(\frac{\nu}{\gamma}, \frac{\nu}{\gamma}\right) \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow r_t | \mu, \sigma^2, \omega \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{\omega}\right); \quad \omega \sim G\left(\frac{\nu}{\gamma}, \frac{\nu}{\gamma}\right) \quad (12)$$

در رابطه فوق $G(\cdot, \cdot)$ تابع چگالی احتمال گاما می‌باشد. این مثال نشان‌دهنده آن است که یک مدل نظری مناسب در مورد ریسک نمی‌تواند نقش فرآیند مولد داده‌های بازده را نادیده بگیرد. علاوه بر این، نشان‌دهنده آن است که مدل ساده آماری مدلی با انعطاف بالاست که به‌سادگی می‌توان آن را به شکل‌های دلخواه با توجه به واقعیت‌های تجربی تغییر داد.

۱۰ نادیده انگاشتن وجه کیفی متغیرهای اقتصادی

به دلیل آنکه بنای مدل‌سازی استفاده از روابط ریاضیات و منطق با استفاده از مفاهیمی است که به‌صورت کمی تعریف شده‌اند، یکی از انتقادات اساسی بر این شیوه آن است که وجه کیفی و غیرقابل اندازه‌گیری کمیته‌های اقتصادی را نادیده می‌گیرد. این موضوع را که کمیته‌های اقتصادی مانند کمیته‌های دانش دقیقی مانند فیزیک جهان‌شمول نیستند را نمی‌توان نادیده گرفت. چراکه هر کمیته اقتصادی را می‌توان به صورت‌های مختلفی تعریف کرد که حاوی وجوه کیفی خاصی که غیرقابل اندازه‌گیری است نیز باشد.

گرنجر [۱۶] با وجود آنکه دشواری تعریف کمیته‌های اقتصادی را بخشی اساسی از چالش مدل‌سازی در اقتصاد عنوان می‌کند اما بیان می‌کند که این موضوع به معنی آن نیست که وجه کیفی و غیرقابل اندازه‌گیری کمیته‌های اقتصادی نادیده گرفته می‌شود، بلکه به این معناست که اقتصاد مدرن به حیطه‌ای که مستقیم یا غیرمستقیم قابل اندازه‌گیری است محدود شده است. در تأیید چنین نظری هاولمو^{۴۳} [۱۷] بیان می‌کند که مدل‌سازی در اقتصاد بدین منظور صورت می‌گیرد که مسائل مطرح‌شده قابل حل گردند نه آنکه لزوماً تصویری درست از اقتصاد ارائه شود. وی در ادامه می‌گوید: "توصیف رفتار اقتصادی (که خودشان به عوامل غیر کمی بستگی دارند) به مجموعه‌ای محدود شده از پدیده‌های قابل اندازه‌گیری، صرفاً تمریناتی بصیرت افزا در قسمتی از تحلیل می‌باشد. مدل‌های اقتصادی چیزی غیر از ابداعات مصنوعی ساخته‌شده توسط انسان به‌منظور درک واقعیت زندگی نیستند."

$$\begin{cases} C_{t=1}^T | r_t | \mu, \sigma^2 \\ r_t | \mu, \sigma^2 \sim N(\mu, \sigma^2) \forall t \end{cases} \Leftrightarrow r_t | \mu, \sigma^2 \stackrel{i.i.d}{\sim} N(\mu, \sigma^2) \quad (11)$$

با تحقیقات گسترده‌ای که در زمینه داده‌های مالی صورت گرفته است مشخص شده است که توزیع تجربی داده‌های مالی دارای ضریب کشیدگی بزرگ‌تر از نرمال می‌باشد. ریشه این موضوع در یکی از مهم‌ترین واقعیت‌های آشکار شده در حوزه واریانس دارایی‌های مالی است که بیان می‌کند واریانس این دارایی‌ها در طول زمان متغیر است ([۲۶]، [۹]). به این ویژگی اصطلاحاً خاصیت خوشه‌ای تلاطم گفته می‌شود که مبین وجود خودهمبستگی مثبت دوره‌های تلاطمی است. بنابراین، فرض استقلال مشاهدات نرخ بازده سهام نقض خواهد شد زیرا تابعی غیرخطی از نرخ بازده (یعنی تابع واریانس که فرم درجه دوم بازده حول میانگین است) را می‌توان یافت که در آن مشاهدات حال به مشاهدات گذشته بستگی خواهد داشت. بنابراین، بجای فرض استقلال مشاهدات در رابطه (۵) باید فرضی که خودهمبستگی در واریانس را نشان می‌دهد را جایگزین کنیم. به دلیل اینکه ضریب کشیدگی داده‌ها در حالتی که واریانس متغیر است بیش از توزیع نرمال است یک روش انجام این کار استفاده از توزیع آمیخته مقیاس نرمال است که توسط اندروز و مالوس [۱] معرفی شده است. بنابراین،

⁴³Haavelmo

۱۱ مسئله عوامل مداخله گر، متغیرهای برونزا و خارجی

□ علت متغیر مستقل باشد؛

□ از طریق متغیر مستقل بر متغیر وابسته اثر گذار باشد؛

□ متغیر وابسته آن را تحت تأثیر قرار ندهد.

معرفی یک متغیر به عنوان ابزاری بر اساس مجموعه شرایط فوق صرفاً یک موضوع تجربی خواهد بود. دیتون [۷] معتقد است که انتخاب متغیر ابزاری تنها بر اساس مجموعه فوق و بدون توجه به نظریه‌ای که پشتوانه ابزاری بودن آن متغیر است شیوه‌ای نامعتبر در اقتصاد است. وی معتقد است که این شیوه منجر به انتخاب متغیر خارجی^{۴۵} بجای متغیر برونزا می‌شود. به نظر می‌رسد مسئله آزمون نظریه‌ها و استنباط علیت با استفاده از اقتصادسنجی به‌دشواری شیوه‌های آزمایشگاهی است. چرا که بنای نظریه‌ها در مورد متغیرهای ابزاری به راحتی صورت نمی‌پذیرد و همواره جایی برای اشکال گرفتن وجود دارد. این موضوع یکی از دلایل استقبال اقتصاددانان از مدل‌های اقتصادسنجی همچون مدل اتورگرسیو برداری نامقید^{۴۶} است که نیازی به متغیر ابزاری ندارد اما این مدل‌ها نیز به دلیل معایبی که دارند چندان در این زمینه موفق نبوده‌اند.

۱۲ نقدی کینزی بر شیوه مرسوم مدل‌سازی با استفاده از مفهوم احتمال منطقی

همان‌طور که در بخش‌های پیشین گفته شد در هیچ نظریه‌ای لازم نیست که تمامی اجزا نظریه تعریف شده باشند اما اصول موضوعه باید پذیرفتنی باشد. در نظریه اصل موضوعی کولموگوروف که اساس مدل‌های آماری استفاده شده در اقتصادسنجی است در اصل موضوع اول و دوم احتمال (رابطه (۱)) یک فرض بدون اثبات استفاده شده است. کولموگوروف در اصل موضوع اول و دوم احتمال فرض کرده است که احتمال به‌صورت عددی قابل اندازه‌گیری دقیق است بدون آنکه استدلالی برای آن ارائه دهد^{۴۷}. از دیدگاه کینز احتمال لزوماً یک مقدار کمی نیست. این موضوع یکی از دلایل عمده مخالفت کینز با اقتصادسنجی می‌باشد. به نظر می‌رسد که کینز معتقد بود که احتمال حداقل در مورد پدیده‌های اقتصادی مفهومی کیفی است و نه کمی. لذا، اساس مدل‌های

در زمینه‌ی استنباط علیت^{۴۴} (دلیل آوردن برای گرفتن این نتیجه که یک چیز علت یک چیز دیگر است یا بسیار محتمل است که باشد [۲۸]) جمیز استوارت میل^{۴۵} اعتقاد داشت که روش‌های استقرایی در اقتصاد همانند علوم فیزیکی و زیستی قابل کاربرد نیست. به نظر وی پدیده‌های اقتصادی بسیار پیچیده‌تر از آن هستند که توسط روش‌های استقرایی و آزمایشگاهی قابل بررسی باشند. رویکرد جایگزینی که میل ارائه کرده است توسط دنیل هاسمن^{۴۶} [۱۸] به صورت زیر توصیف شده است:

۱. استفاده از قوانین تائید شده‌ی مرتبط با عملکرد فاکتورهای علی موردنظر؛

۲. استنتاج پیش‌بینی‌هایی در مورد پدیده موردنظر با استفاده از این قوانین و شرایط اولیه؛

۳. آزمون این پیش‌بینی‌ها؛

۴. اگر پیش‌بینی‌ها درست باشند کل مجموعه پذیرفته می‌شود و در صورت عدم تائید پیش‌بینی‌ها باید در حداقل یکی یا همه‌ی مراحل فوق بازبینی صورت پذیرد.

هرچند به‌طور تقریبی اقتصاد کنونی از این شیوه برای استنباط علیت استفاده می‌کند اما اقتصادسنجی مدعی است که توانایی استنباط علیت را با استفاده از رگرسیون دارد.

یکی از نقدهای که به این ادعا وارد است وجود عوامل مداخله‌گر^{۴۷} است. این عوامل بر روی متغیر وابسته و مستقل به‌طور هم‌زمان تأثیر می‌گذارند. در نتیجه فرض برون‌زایی متغیرهای مستقل برآورده نمی‌شود. عوامل مداخله‌گر یا به‌طور کلی غیرقابل اندازه‌گیری هستند که در نتیجه اثر آن‌ها بر کمیت‌های اقتصادی نامعلوم خواهد بود. یا بررسی اثر آن‌ها به دلیل پیچیدگی‌های پدیده‌های اقتصادی ناشدنی است^{۴۸}. راه‌حل اقتصادسنجی در این حالت استفاده از متغیرهای ابزاری^{۴۹} است. در اقتصادسنجی ویژگی‌های یک متغیر برای آنکه ابزاری باشد به صورت زیر تعریف شده است ([۷]):

^{۴۴} در بعد خرد (Micro) با استفاده از اقتصاد آزمایشگاهی می‌توان اثر این عوامل مداخله‌گر را حذف نمود.

^{۴۴}Causal Inference

^{۴۵}Mill, J. S.

^{۴۶}Daniel Hausman

^{۴۷}Confounder Factors

^{۴۹}Instrumental Variable

^{۵۰}External Variable

^{۵۱}Unrestricted Vector Autoregressive (VAR)

^{۵۲}نظریه کولموگوروف را که فرض می‌کند احتمال قابل بیان به شکل عددی است احتمال آماری یا ریاضی می‌نامیم.

^{۵۳}Uncertainty

۱۳ نظریه اصل موضوعی کاکس (به‌عنوان جایگزین نظریه اصل موضوعی کولموگوروف)

به‌منظور ارائه نظریه‌هایی که نقد کینز را نیز در بر گیرند تلاش‌های صورت گرفته است که از جمله می‌توان به نظریه اصل موضوعی کاکس [۶] ۵۹ فیزیکدان آمریکایی الاصل اشاره کرد. وی با استفاده از جبر بولی^{۶۰} با دو اصل موضوع زیر نظریه‌ی خود را شکل می‌دهد:

۱. احتمال یک استنباط مشروط به شواهد معینی احتمال نقیضش آن استنباط مشروط به همان شواهد را مشخص می‌کند. به فرم نمادی می‌توان این اصل موضوع را به‌صورت زیر نوشت:
اگر شواهد موردنظر را با E ، استنباط را با A و نقیض آن را با $\sim A$ نشان دهیم، با دانستن $P(A|E)$ آنگاه $P(\sim A|E)$ را می‌دانیم. زیرا از نظر منطقی نتیجه گزاره‌ی فصلی $(A \vee \sim A)|E$ همواره صادق است. در نتیجه همواره یکی از این دو استنباط مشروط به مجموعه شواهد معین روی می‌دهند و بنابراین؛

$$P(A \vee \sim A|E) = P(A|E) + P(\sim A|E) = 1$$

۲. احتمال آنکه دو استنباط مشروط به شواهدی یکسان صحیح باشند برابر است با مجموع احتمالات آن دو استنباط مشروط به همان مجموعه از شواهد. بیان نمادین این اصل موضوع در مورد دو استنباط A و B مشروط به مجموعه شواهد یکسان E به‌صورت زیر است:

$$P(A \vee B|E) = P(A|E) + P(B|E) \quad (۱۳)$$

رابطه‌ی (۱۳) تکرار اصل موضوع دوم کولموگوروف است. در واقع به‌راحتی می‌توان نشان داد که سیستم اصل موضوعی کاکس قابل تحویل به سیستم اصل موضوعی کولموگوروف است. در اصل موضوع اول، کاکس به‌طور ضمنی فرض کرده است که احتمال همواره مفهومی شرطی است که مجموعه شرط آن را شواهد موردنظر تشکیل می‌دهند. این موضوع نشان‌دهنده رعایت دیدگاه منطقی دانان مبنی بر مشروط بودن استنباط استقرایی به مجموعه‌ای از گزاره‌های دیگر است که میزان صحت آن‌ها توسط احتمال بیان

آماري مرسوم زیر سؤال خواهد رفت. در واقع طرفداران نظریه احتمال کینزی معتقدند که مفهوم احتمال ریشه در نااطمینانی^{۵۳} دارد و نااطمینانی نیز ریشه در صدق^{۵۴} دارد. بنابراین، با یک قیاس ساده می‌توان نتیجه گرفت که احتمال و صدق دو روی یک سکه هستند. با این حال، باید بین دو نوع صدق تفاوت قائل شویم: صدق هستی‌شناختی^{۵۵} (تألیفی) و صدق معرفت‌شناختی (تحلیلی). صدق هستی‌شناختی به مفهومی یعنی ساختار جهان واقع چنین اقتضایی دارد که گزاره‌ی فلان صادق باشد. برای مثال اسب‌ها از انسان‌ها سریع‌تر می‌دوند این جمله صادق است زیرا در واقعیت چنین است. اما این استدلال قیاسی که اسب‌های سبز تک‌شاخ‌اند؛ x یک اسب تک‌شاخ است؛ بنابراین، x سبز رنگ است صدق نتیجه‌اش به دلیل ساختار منطقی قیاس است هرچند که در واقعیت اسب تک‌شاخی وجود ندارد. صدق یک گزاره در مفهوم معرفت‌شناختی و تألیفی مشروط به وجود شواهد و یا گزاره‌های دیگر است. برخی اوقات نمی‌توان به‌طور قطعی گفت که با توجه به مجموعه گزاره‌های مقدماتی E گزاره‌ی نتیجه‌ی A صادق یا کاذب است. در بینش احتمال منطقی^{۵۶} کینز در این حالت می‌توان از احتمال به‌عنوان درجه حمایت شواهد و گزاره‌های مقدماتی از یک گزاره‌ی نتیجه یا استنباط استفاده کرد. به بیان فنی، احتمال گزاره A به شرط E برابر P است ([۲۲]). بر این اساس، در بینش کینز احتمال نوعی رابطه‌ی منطقی میان گزاره‌هاست. این نوع نگرش با نگرش فراوانی نسبی به مفهوم احتمال کاملاً متفاوت است. در نگرش فراوانی نسبی احتمال خاصیت فرآیندهای جهان واقعی است (موضوعی تألیفی است) و دقیقاً مانند خصوصیات فیزیکی همچون جرم قابل اندازه‌گیری است. اما در نگرش منطقی به‌احتمال، احتمال مفهومی معرفت‌شناختی و وابسته به دانش ما درباره جهان واقعی است و مانند مفاهیم فیزیکی همچون جرم قابل اندازه‌گیری نیست^{۵۷}. با این حال هرچند نوع نگرش به‌احتمال به‌عنوان رابطه‌ی منطقی میان گزاره‌ها به سطح دانش یا موجودی دانش افراد وابسته است اما از دیدگاه کینز به معنی ذهنی^{۵۸} بودن احتمال نیست! زیرا در هر صورت تغییر این احتمال به دلیل تغییر موجودی دانش افراد با استفاده از شواهد پذیرفته‌شده به شکلی عینی صورت می‌پذیرد ([۲۱]).

⁵⁴Trust

⁵⁵Ontological

⁵⁶Logical Probability

⁵⁷لازم است که تذکر داده شود که جفریز (Jeffreys) (۱۹۳۹) معتقد است که حتی در نگرش منطقی به‌احتمال نیز می‌توان احتمال را به‌صورت عددی اندازه‌گیری کرد.

⁵⁸Subjective

⁵⁹Cox

⁶⁰Boolean Algebra

و روش‌های آماری تمرکز دارد. در دیدگاه اولیه به اقتصادسنجی شیوه کار اقتصادسنجی به صورت زیر بوده است:

۱. ایجاد یک مدل ساده شده (مدل عمومی یا خطی) با استفاده از روابط قطعی نظریه‌های اقتصادی؛
۲. افزودن یک عبارت خطا به هر رابطه‌ی نظریه؛
۳. تخمین پارامترهای نامعلوم نظریه با استفاده از داده‌های قابل مشاهده؛
۴. کاربرد مجموعه‌ای از آزمون‌های آماری برای ارزیابی برازش مدل اقتصادسنجی با داده‌ها.

اما در دیدگاه جدیدتر با استفاده از مشاهده و شیوه‌های آماری نظریه‌های اقتصاد (مدل‌های نظری) ساخته می‌شوند و نقش روش‌های آماری تنها یک نقش پسینی (بعد از نظریه یا پس از عبارت (۱) در فوق) نیست. تقلیل نقش روش‌های آماری به نقش پسینی سبب نوعی قراردادگرایی در اقتصاد می‌شود. چراکه ارتباط نظریه‌پردازی با واقعیت قطع خواهد شد. از این رو بسیاری از نظریه‌های اقتصادی در وجه تحلیلی خود نیز پایه‌ای آماری و احتمالی دارند. برای مثال، در این زمینه می‌توان به مفهوم ریسک در بازارهای مالی نگاه کرد که در تعریف ماهیت آن از توزیع‌های دم-سنگین استفاده می‌شود یا تئوری انتظارات عقلایی^{۶۵} در اقتصاد کلان که زیربنای اقتصاد کلان پس از کینز را تشکیل می‌دهد و نظریه تصمیم‌گیری (نظریه انتخاب نیز گفته می‌شود) در شرایط ناطمینانی^{۶۶} در اقتصاد خرد اشاره کرد. در هر صورت، به منظور آزمون فرض‌ها و یا استنباط علیت، مدل‌سازی آماری از اهمیت فراوانی در علم اقتصاد برخوردار است. در این پژوهش نحوه ساخت مدل‌های آماری از فضاهای احتمال به طور کامل تشریح گردید. همچنین مشخص گردید که الگوی اصل موضوعی کولموگوروف تنها الگوی موجود در این زمینه نیست بلکه الگوهای دیگر همچون الگوی کاکس وجود دارند که در این زمینه می‌توان مورد استفاده قرار داد. در این پژوهش ابهام دوئم در زمینه بررسی نظریه‌های اقتصادی با استفاده از روش‌های آماری مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از بررسی یک نظریه اقتصادی (فرضیه بازارهای کارا) نشان داده شد که بدون توجه به فرضیه‌های کمکی مدل‌های آماری کاربرد روش ابطال‌پذیری پوپر در آزمون فرض‌های اقتصادی نشدنی است. در واقع ابطال‌پذیری ادعا می‌کند که چنانچه ساختار استدلال استقرایی به صورت $\frac{e}{H}$ بازنویسی شود، می‌توان از آن برای آزمون فرض‌های نظریه‌ها استفاده کرد. اما دوئم بر این اعتقاد است که صورت استدلالی فوق ناقص است زیرا فرضیه‌های کمکی را

می‌شود. بنابراین، نظریه‌ی اصل موضوعی کاکس این نوع احتمال را که در کتاب‌های درسی به صورت (فرم غیرشرطی) نشان می‌دهند را رد می‌کند.

علاوه بر این، کاکس در این دو اصل موضوع به شفافیتی که کولموگوروف بیان می‌کند ادعا نمی‌کند که احتمال مفهومی قابل بیان به شکل عددی است. در واقع جز در اصل موضوع اول که بدیهی است (زیرا پیشامد قطعی حتماً روی می‌دهد) در اصل موضوع دوم ادعایی مبنی عددی بودن احتمال حتی به شکل پنهان وجود ندارد. البته همچنین ادعایی مبنی بر آنکه احتمال عددی نیست نیز وجود ندارد. بنابراین، می‌توان این نتیجه را گرفت که کاکس در این شکل اصل موضوعی دست ما را باز می‌گذارد که با احتمال به شکل عددی یا کیفی برخورد کنیم. نظریه‌ی اصل موضوع کاکس توسط ویلیامسون^{۶۱} [۳۶] با افزودن یک اصل موضوع جدید در مورد شرایط عدم اطلاع یا شناخت ناکافی برای کاربرد در آمار بیزی تصحیح گردید^{۶۲}. علاوه بر این اصل موضوع کمک می‌کند در این شرایط (عدم اطلاع کافی) احتمال را به شکل عددی ارائه کرد. با وجود این توصیفات، جز در شیوه بیزی^{۶۳} استفاده چندانی از نظریه‌ی اصل موضوعی کاکس در مقایسه با نظریه‌ی کولموگوروف نشده است.

۱۴ خلاصه و نتیجه‌گیری

اقتصادسنجی، ترکیب سه‌گانه‌ی نظریه‌ی اقتصادی، ریاضیات و آمار است که وجه تألیفی نظریه‌ها یا ادعاهای نظریه‌های اقتصادی را به گزاره‌های تجربی قابل آزمایش به شکلی دقیق در فرم ریاضی تبدیل می‌کند و با استفاده از شیوه‌های آماری پارامترهای آن‌ها را تخمین می‌زند. در این پژوهش تعریف نظریه عبارت است از خانواده‌ای از مدل‌ها که بر اساس مفهوم رسمی-اصول موضوعی^{۶۴} یا مدل-نظری ساخته شده است. در این تعریف مدل زوج نظریه اقتصادی است که روابط کمی میان پدیده‌های اقتصادی را با استفاده از روابط ریاضی توصیف می‌کند. این روابط معمولاً در شکل یک تابع ضمنی بیان می‌شوند. اقتصادسنجی وظیفه تخمین تقریبی از این رابطه و آزمون فرض‌های مطرح شده در مدل‌های نظری را دارد. در دیدگاه اولیه به اقتصادسنجی (که به دیدگاه دریافتی نیز مشهور است)، نظریه اقتصادی نقش اساسی را داشت اما در دیدگاه جدیدتر (یا دیدگاه جایگزین) بر ساختار داده‌های مشاهده شده

⁶¹Williamson

⁶²این موضوع در اقتصادسنجی بیزی که توابع توزیع پیشین در صورت عدم دانش کافی محقق به فرم ناآگاهی بخش یا مبهم (Vague) بیان می‌شوند از اهمیت برخوردار است.

⁶³Bayesian Methods

⁶⁴Formal-Axiomatic

⁶⁵Rational Expectations

⁶⁶Decision Making under Uncertainty

در امر آزمون فرض اصلی h نادیده گرفته است و در واقع این صورت باید به شکل $\frac{e^{h+a}}{h\sqrt{a}}$ اصلاح کرد که a' عدم برقراری a می‌باشد. فرض‌های مدل‌های آماری در مدل‌سازی تجربی نظریه‌های اقتصادی نقش فرض‌های کمکی را دارند و نادیده گرفتن آن‌ها استدلال را از اعتبار می‌اندازد. یک روش غلبه بر مشکل دوئم در بررسی با مدل‌های آماری بررسی تصریح مناسب و کفایت مدل آماری است. اما این نیز به تنهایی کفایت نمی‌کند زیرا اگر بین متغیرهای نظری و متغیرهای مدل آماری (یا متغیرهای اندازه‌گیری شده) تفکیک قائل شویم، نادیده گرفتن مکانیسم مولد آن‌ها در مرحله نظریه‌پردازی و عدم توجه به ساختار داده‌های مشاهده‌شده آن‌ها منجر به یا نادیده گرفتن فرض کمکی

(در مرحله وضع نظریه) و یا فرض کمکی نادرست می‌شود که آزمون آماری را از اعتبار ساقط می‌کند.

برای مثال در زمینه آزمون ریشه‌ی واحد بازده دارایی‌های مالی مانند سهام و... نادیده انگاشتن ساختار داده‌های آن‌ها منجر به استنباط آماری نامعتبر در این زمینه خواهد شد. در نهایت، آنچه این پژوهش بر آن تأکید دارد آن است که شیوه مدل‌سازی اقتصادی در مرحله وضع نیز نیازمند استفاده از روش‌های آماری است و هر مدل‌سازی منطقی در این زمینه باید قبل از مواجهه با داده‌ها مجموعه فرض کمکی را مشخص نماید تا آزمون نظریه از اعتبار مناسب برخوردار باشد.

مراجع

- [1] Andrews, D. F. and Mallows, C. L. (1974), Scale Mixtures of Normal Distributions, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, **36(1)**, 99–102.
- [2] Balzer, W., C. U. Moulines and J. Sneed, (1987), *An Architectonic for Science: The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.
- [3] Bierens, H. J. (2004). *Introduction to the mathematical and statistical foundations of econometrics*. Cambridge University Press.
- [4] Boland, L. A. (2014). *The Methodology of Economic Model Building (Routledge Revivals): Methodology after Samuelson*. Routledge.
- [5] Carnap, R. (2012). *An introduction to the philosophy of science*. Courier Corporation.
- [6] Cox, R.T. (1961). *Algebra of Probable Inference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore
- [7] Deaton, A. (2010). Instruments, Randomization and Learning about Development. *Journal of Economic Literature*, **48(2)**, 424–55.
- [8] Debreu, G. (1959). *Theory of value: An axiomatic analysis of economic equilibrium (No. 17)*. Yale University Press.
- [9] Duhem, P. (1904). *The Aim and Structure of Physical Theory*. Translated by Philip P. Wiener, 1974.
- [10] Elster, J. (2007). *Explaining Social Behavior: More Nuts and Bolts for the Social Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [11] Engle RF (2004). Risk and Volatility: Econometric Models and Financial Practice. *The American Economic Review*, **94(3)**, 405-420.
- [12] Florens, J. P., Marimoutou, V. and Péguin-Feissolle, A. (2007). *Econometric modeling and inference*. Cambridge University Press.
- [13] Frisch, R. (1933). Editor's Note. *Econometrica*, **1(1)**, 1–4.
- [14] Galavotti, M. C. and Gambetta, G. (1990). Causality and Exogeneity in Econometric Models. *In Statistics in Science*. Springer, Dordrecht. 27-40.

- [15] Goodland, R., Daly, H. E., Haavelmo, T., Hansen, S., Tinbergen, J., Hueting, R. and Brown, L. (1994). *Desarrollo Económico Sostenible: Avances Sobre el Informe Brundtland (No. HD79 G65e)*.
- [16] Granger, C. W. (1999). *Empirical modeling in economics: Specification and evaluation*. Cambridge University Press.
- [17] Haavelmo, T. (1958). The Role of the Econometrician in the Advancement of Economic Theory, *Econometrica*, **26**, 351-357.
- [18] Hausman, D. M. (1992). *The Inexact and Separate Science of Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [19] Hoppe, H. H. (1993). Is Research Based on Causal Scientific Principles Possible in the Social Sciences? *In The Economics and Ethics of Private Property* (pp. 165-172). Springer, Dordrecht.
- [20] Hume, D. (1999). *An Enquiry concerning Human Understanding*. Oxford: Oxford University Press.
- [21] Jeffrey, R. (2004). *Subjective Probability*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [22] Keynes, J. M. (2013). *A Treatise on Probability*. Courier Corporation.
- [23] Kolmogorov, A. N. and Bharucha-Reid, A. T. (2018). *Foundations of the theory of probability*, Second English Edition. Courier Dover Publications.
- [24] Koop, G. (1991), Cointegration Tests in Present Value Relationships, *Journal of Econometrics*, **49**, 105-139.
- [25] Koop, G. (1994), an Objective Bayesian Analysis of Common Stochastic Trends in International Stock Prices and Exchange Rates, *Journal of Empirical Finance*, **1(3-4)**, 343-364.
- [26] Mandelbrot, B. (1963) the Variation of Certain Speculative Prices, *Journal of Business*, **36(4)**, 394-419.
- [27] Mookerjee, R. and Yu, Q. (1997). Macroeconomic variables and stock prices in a small open economy: The case of Singapore. *Pacific-Basin Finance Journal*, **5(3)**, 377-388.
- [28] Morgan, S. and Winship, C. (2007). *Counterfactuals and Causal inference*. Cambridge University Press.
- [29] Nelson D.B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, **59(2)**, 347-370.
- [30] Schwert, G. W. (1989) Why Does Stock Market Volatility Change over Time? *Journal of Finance*, **44(5)**, 1115-1153.
- [31] Sims, C. A. (1988), Bayesian Skepticism on Unit Root Econometrics, *Journal of Economic Dynamics and Control*, **12(2-3)**, 463-474.
- [32] Spanos, A. (2019). *Probability Theory and Statistical Inference: Empirical Modeling with Observational Data*. Cambridge University Press.
- [33] Spanos, A., Maki, U., Gabbay, D., Thagard, P. and Woods, J. (2012). Philosophy of econometrics. *Philosophy of economics*, **13**, 229-293.
- [34] Vining, R. and Koopmans, T. (1949). Methodological Issues in Quantitative Economics, *the Review of Economics and Statistics*, **31**, 77-94.
- [35] Wainwright, K. (2005). *Fundamental methods of mathematical economics*/Alpha C. Chiang, Kevin Wainwright. Boston, Mass.: McGraw-Hill/Irwin.
- [36] Williamson, J. (2010). *In Defense of Objective Bayesianism*. Oxford University Press, Oxford.