

## جایگاه استنباط شواهدی در فلسفه آمار

سید محمود طاهری<sup>۱</sup>

دانشگاه تهران (دانشکده فنی)

چکیده: فلسفه آمار به مباحث بنیادینی مرتبط با علم آمار می‌پردازد، از جمله: مبانی منطقی علم آمار، اصول استنباط آماری، هدف یا اهداف آمار، روش‌شناسی علم آمار، چستی مدل‌های آماری، و الگوهای فکری در استنباط آماری. یکی از الگوهای فکری آمار، که چند دهه است بیشتر به آن توجه شده است، الگوی فکری شواهدی است. در این مقاله، نخست بیان می‌شود که علم چیست؟ فلسفه چیست؟ و فلسفه علم چیست؟ آنگاه توضیحاتی درباره فلسفه آمار و مباحث اصلی مربوط ارائه می‌شود. سپس به جایگاه الگوی فکری شواهدی در فلسفه آمار و اهمیت این الگوی فکری و نقش آن در مطالعات علمی پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی فکری شواهدی، شواهد آماری، فلسفه علم

کد موضوع‌بندی ریاضی (۲۰۱۰): 97K70، 00A30

### ۱ علم چیست؟ فلسفه چیست؟

علم معانی اصطلاحی بسیار دارد. یک تعریف رایج/رسمی علم این است: مجموعه گزاره‌ها/قضایا درباره یک موضوع که با هدف خاص تنظیم شده باشند. گفتنی است معنای اصلی و نخستین علم دانستن در برابر ندانستن است. این معنا، که به کلیت علم (علم به معنای عام) نظر دارد، معادل واژه knowledge است، و در برابر جهل قرار می‌گیرد. تا چند سده پیش به هر دانشی در هر زمینه‌ای علم گفته می‌شد. ولی، از زمان رنسانس، کم‌کم و در برخی مجامع، علم منحصرأ به دانستنی‌هایی اطلاق می‌شود که از طریق تجربه حسی به دست آمده باشند. در این معنا علم در برابر جهل قرار نمی‌گیرد بلکه در برابر همه دانستنی‌های غیرتجربی/غیرحسی، مانند اخلاق، فلسفه، منطق و ادبیات، قرار می‌گیرد. واژه science معادل این معنای علم است. آشکار است که علم در این معنای دوم، بخشی از علم در معنای اول است.

فلسفه، از اقسام علم به معنای وسیع آن است. فلسفه، به‌کوتاهی، عبارت است از هستی‌شناسی (وجود/بودن و احکام و عوارض آن)، و با کمی توضیح عبارت است از آگاهی بر حقیقت هستی‌ها، به‌ویژه حقیقت آگاهی، ذهن، زبان و حیات. تعبیری عام‌تر از فلسفه نیز رایج است که طبق آن فلسفه عبارت است از هر نوع فعالیت خردورزانه، و لذا فلسفیدن به خردورزی/استدلال‌ورزی معنی می‌شود.

## ۲ فلسفه علم چیست؟

از حدود یک سده پیش، مطالعات دربارهٔ چیستی و چگونگی علم بیشتر و متمرکزتر شد. این مطالعات رفته‌رفته عنوان فلسفه علم به خود گرفت. این شاخه از دانش به مبانی و ماهیت علم، اصول روش‌های علمی و سنجش این روش‌ها می‌پردازد. به سخن دیگر، فلسفه علم عبارت است از علم علم. مهم‌ترین مباحث و پرسش‌هایی که در فلسفه علم، به معنای عام، مطرح است عبارتند از:

(۱) چه ویژگی‌هایی بررسی علمی را از دیگر بررسی‌ها متمایز می‌کند؟

(۲) ملاک اعتبار روش‌های علمی چیست؟

(۳) تبیین علمی چیست؟ و ملاک(های) درستی آن چیست؟

(۴) قوانین علمی چه جایگاهی در معرفت بخشی دارند؟ این قواعد چه چیزی و چگونه امور واقع را بازنمایی می‌کنند؟

(۵) جایگاه مشاهده و فرضیه در علم چیست؟

(۶) استقراء چه نقشی در علم دارد؟

(۷) آیا علم ماهیتی فراتاریخی دارد یا اینکه متناسب با ارزش‌ها و تاریخ اقوام می‌توان علوم متفاوتی داشت؟

(۸) آیا تحول علم تدریجی (گام به گام) است یا انقلابی و کل‌گرایانه؟

در مباحث (موضوع‌ها/پرسش‌های) بالا، علم خاصی منظور نیست بلکه پرسش‌ها دربارهٔ علم به‌طور کلی است.

از سوی دیگر، به‌مرور زمان شاخه‌هایی از فلسفه علم سامان گرفت که پرسش‌هایی همانند پرسش‌های بالا را دربارهٔ علم‌هایی خاص مدنظر قرار می‌دهند. مانند فلسفه علم ریاضی (یا، به‌کوتاهی، فلسفه ریاضی)، فلسفه تاریخ، فلسفه فیزیک، فلسفه اخلاق و فلسفه هنر. برای مثال، در فلسفه ریاضی به چنین مباحثی پرداخته می‌شود:

(۱) حقیقت مفاهیم (/اشیاء) ریاضی چیست؟

(۲) رابطهٔ بین منطق و ریاضیات چیست؟

(۳) منشأ یقین در ریاضیات چیست؟ اساساً ریاضیات چه نوع آگاهی به انسان می‌بخشد؟ (معرفت بخشی ریاضیات چگونه است؟)

(۴) چه رابطه‌ای بین جهان انتزاعی ریاضیات و جهان واقع وجود دارد؟ اشیاء (مدل‌ها/روابط/قضایای) ریاضی چه اموری از عالم واقع را بازنمایی می‌کنند؟

(۵) ذهن چگونه با مفاهیم و قضایای ریاضی آشنا می‌شود؟

(۶) آیا درستی احکام ریاضی صرفاً وابسته به ماهیت صوری آنها است و یا اینکه این احکام دارای محتوای خبری هستند؟

(۷) کاربردپذیری ریاضیات به چه معنی است و چگونه است؟

(۸) فرایند رشد نظریه‌های ریاضی چگونه است؟

در پاسخ به پرسش‌های بالا، اتفاق‌نظر بین اندیشمندان ریاضی نیست. در این باره مکاتب مختلف فلسفه ریاضی پاسخ‌های متفاوتی دارند. مهم‌ترین این مکاتب عبارتند از منطق‌گرایی، شهودگرایی (مفهوم‌گرایی/ساخت‌گرایی)، صورت‌گرایی و (از چند دههٔ پیش) انسان‌گرایی و طبیعی‌گرایی. علاقمندان به آشنایی با این مکاتب و پاسخ‌هایی به پرسش‌های بالا به براون (۱۳۹۴) و کولی‌ون (۱۳۹۶) مراجعه کنند. همچنین برای آشنایی با کلیاتی دربارهٔ علم، فلسفه و فلسفه علم، و تفاوت‌ها و تمایزهای آنها، به گیلیس (۱۳۹۴) و شیخ‌رضایی و کرباسی‌زاده (۱۳۹۵) مراجعه شود.

### ۳ فلسفه علم آمار (به کوتاهی: فلسفه آمار) چیست؟

همچون هر شاخه دیگری از علم، علم آمار نیز در دو جهت متفاوت می‌تواند گسترش یابد. جهت شناخته شده‌تر، ساختاری است. مطالعاتی که رو به این جهت دارند عمدتاً مبتنی بر این پرسش‌اند: بر پایه آنچه داریم چه می‌توان ساخت؟ (/ چه می‌توان به دست آورد؟) جهت دوم به ژرفا توجه دارد. در این سو پرسش کلیدی این است: آنچه داریم بر چه بنیادهایی قرار دارد؟ مطالعاتی که معطوف به این جهت است فلسفه آمار نام دارد. در فلسفه آمار به پرسش‌هایی ازین دست پرداخته می‌شود:

(۱) بنیان‌های منطقی علم آمار چیست، و استنباط آماری بر پایه چه اصولی استوار است؟ آیا این اصول فراگیر، سازگار و پذیرفتنی هستند؟

(۲) آیا علم آمار روش‌شناسی (متدولوژی) خاص خود را دارد؟ اگر آری، این روش‌شناسی چگونه است و چه مؤلفه‌هایی دارد؟

(۳) هدف یا اهداف علم آمار و روش‌های آماری چیست؟ آیا هدف از روش‌های آماری - برای مثال آزمون فرضیه‌های آماری - تصمیم‌گیری است؟ آیا هدف از روش‌های آماری، رسیدن به یک باور (اعتقاد) در مورد یک فرضیه خاص است؟ یا اینکه هدف، سنجش میزان تأیید یک فرضیه به وسیله مشاهدات است؟

(۴) مدل‌های آماری چه اموری را از عالم واقع بازنمایی می‌کنند؟ و به این بازنمایی‌ها چه مقدار و چگونه می‌توان اطمینان داشت؟

(۵) مدل‌های آماری چه هنگام و چگونه و چه نوعی از مفهوم علیت را بازنمایی می‌کنند؟

(۶) در بررسی‌های آماری، مشاهدات را چگونه تفسیر کنیم؟ ابزارهای مناسب برای تفسیر مشاهدات (/ اطلاعات / داده‌ها) در مقام

شواهد آماری چیست؟ قوت داده‌های مشاهداتی به نفع یک فرضیه یا مدل را چگونه بسنجیم؟

(۷) آیا مدل‌ها و تحلیل‌های آماری جنبه تبیینی دارند یا جنبه تأییدی؟

(۸) الگوهای فکری (پارادایم‌های) استنباط آماری - برای مثال فراوانی‌گرایی و بیزگرایی - چه تمایزات و تفاوت‌هایی با هم دارند و هر یک چه برجستگی‌ها و ضعف‌هایی دارند؟ این ضعف‌ها چه تاثیری بر تفکر رایج آماری گذاشته است؟

این پرسش‌ها از سویی مرتبط با استنباط آماری و از سویی به مباحثی از روش‌شناسی و فلسفه علم مربوط است. و البته کاربران آمار در هر شاخه از علم و فناوری، هنگام تحلیل‌های آماری و تفسیر نتایج، با چنین پرسش‌ها و چالش‌هایی روبرو هستند.

### الگوهای فکری در آمار

در پاسخ به پرسش‌های بالا، الگوهای فکری (پارادایم‌ها/مکاتب فکری) آمار پاسخ‌های متفاوتی مطرح کرده‌اند. تا حدود دو دهه پیش، الگوهای فکری در فلسفه آمار به دو رده کلی فراوانی‌گرا و بیزگرا تقسیم می‌شدند. مشهور چنین است که تمایز اصلی این دو الگوی فکری به عینی بودن فراوانی‌گرایی و ذهنی بودن بیزگرایی باز می‌گردد، هرچند برخی بیزگرایان منکر این نوع نگرش به مکتب بیز هستند. در هر حال، پاسخ‌هایی که این دو الگوی فکری به پرسش‌های بالا ارائه می‌کنند متفاوت است (دست‌کم درباره بسیاری از این پرسش‌ها). گفتنی است که در الگوی فکری فراوانی‌گرا (در برخی متون: مکتب کلاسیک) دو گرایش عمده وجود دارد: الگوی فکری نیمن-پیرسن و الگوی فکری فیشری. تمایز اصلی این دو الگوی فکری در این است که الگوی فکری نیمن-پیرسن بیشتر شبیه نوعی الگوی فکری تصمیم‌گیری است، در حالی که روش کار در الگوی فکری فیشری مبتنی بر آزمون‌های رد است. به نظر می‌رسد که رواج مکتب فکری نیمن-پیرسن هم‌راستا با (/ متأثر از (؟)) گسترش شاخه‌های بهینه‌سازی و نظریه تصمیم در ریاضیات پس از جنگ جهانی دوم بوده است، و همچنین توجه به الگوی فکری فیشری، به‌ویژه آزمون‌های رد / آزمون‌های معنی‌داری، نیز هم‌راستا با (/ متأثر از (؟)) مکتب ابطال‌پذیری پوپر بوده است که در اواسط سده بیستم رایج بود.

## ۴ استنباط شواهدی: یک الگوی فکری جدید مبتنی بر درست‌نمایی

الگوی فکری فراوانی‌گرا، که الگوی فکری مسلط بر آموزش و پژوهش‌های آماری بوده و هست، از اواسط سده بیست م. مورد نقادی بیزگرایان قرار گرفت. بیزگراها توجه مجامع علمی را به نقاط ضعف منطقی و ناسازگاری‌های روش‌های آماری فراوانی‌گرا (در هر دو الگوی فکری نیمن-پیرسن و فیشر) جلب کردند. از سوی دیگر، کاربران آمار نیز هنگام تفسیر نتایج این روش‌های آماری با دشواری‌هایی روبرو می‌شدند. بیزگراها تلاش کردند تا کاستی‌های فراوانی‌گرایی را در چارچوب الگوی فکری بیزی رفع کنند. ولی آمار بیز یک مؤلفه اصلی، یعنی توزیع پیشین، دارد که ذهنی است، و لذا اقبال مجامع علمی به آمار بیز همواره محل مناقشه بوده است. مجادله میان فراوانی‌گراها و بیزگراها درازدامن است. برای مطالعه نمونه‌هایی کوتاه از استدلال‌های دو رقیب افران (۱۹۸۶) و گوستافسون (۲۰۱۹) را ببینید. یک از جدیدترین بررسی‌ها در مقایسه روش‌های این دو الگوی فکری در دینس (۲۰۱۸) ارائه شده است.

از اواخر سده بیست م. مبانی الگوی فکری جدیدی در آمار شکل گرفت که به الگوی فکری شواهدی نامدار شد. این الگوی فکری مبتنی بر مفهوم درست‌نمایی و اصلی به نام اصل درست‌نمایی است. گفتنی است که، از لحاظ تاریخی، تابع درست‌نمایی به‌وسیله فیشر در سال ۱۹۲۱ م. معرفی شد. با معرفی اصل درست‌نمایی به‌وسیله برنباوم در سال ۱۹۶۲ م. و همچنین قضیه برنباوم درباره معادل بودن اصل درست‌نمایی با مجموع اصول شرطی‌سازی (/ شرطی‌بودن) و بسندگی، توجه به رویکردهای درست‌نمایی جدی‌تر شد. تا اینکه با انتشار مقالات ریچارد رویال در دهه ۱۹۸۰ و سپس انتشار کتاب وی در سال ۱۹۹۷ (رویال ۱۹۹۷) و رویال (۱۳۹۸)) الگوی فکری شواهدی در مقام یک الگوی فکری جانشین (/ بدیل / رقیب) برای دو الگوی فکری فراوانی‌گرا و بیزگرا مطرح شد.

در این الگوی فکری، شواهد آماری و سنجش عینی آنها نقش کلیدی دارند. بررسی شواهد آماری و سنجش آنها برپایه درست‌نمایی و مفاهیم مرتبط، مانند تابع درست‌نمایی، اصل درست‌نمایی، قانون درست‌نمایی و نسبت درست‌نمایی، است. برجستگی‌های این الگوی فکری را می‌توان چنین برشمرد:

(۱) الگوی فکری شواهدی چارچوبی علمی برای تفسیر داده‌های آماری به منزله شواهد فراهم می‌آورد. این نکته از این رو مهم است که یکی از اهداف اساسی در هر زمینه علمی، تولید شواهد درباره پدیده تحت بررسی است، و علم آمار نقشی (/ وظیفه‌ای) اساسی در فراهم آوردن روش‌های عینی برای توصیف، تفسیر و کمی‌سازی این شواهد دارد.

(۲) مبانی نظری این الگوی فکری، اصل درست‌نمایی است که یک اصل مورد پذیرش همه آماردانان است.

(۳) استنباط شواهدی به تناقض‌ها و کاستی‌هایی که الگوی فکری فراوانی‌گرا دچار آنهاست، نمی‌انجامد. این موضوع همان اندازه که از دید نظری مهم است از لحاظ کاربردی نیز اهمیت دارد، زیرا کاربران روش‌های آماری فراوانی‌گرا در به‌کارگیری این روش‌ها و تفسیر نتایج آنها با چالش‌های متعددی روبرو هستند.

(۴) این الگوی فکری، روش‌هایی ساده و عینی برای اندازه‌گیری قوت شواهد آماری، به‌نفع یک فرضیه یا یک مدل، پیش‌رو می‌گذارد.

(۵) الگوی فکری شواهدی فارغ از مؤلفه‌های ذهنی و شخصی است. این نکته تمایز و برتری ویژه این الگوی فکری در مقایسه با الگوی فکری بیزگرا (شامل توزیع پیشین و تابع زیان) است و از این جهت مهم است که در شاخه‌ای مختلف دانش بر موضوع عینی‌گرایی در ارزیابی مشاهدات تأکید می‌شود. عبارت معروف در این زمینه بیانگر محور اصلی این نگرش است: ”ببینیم داده‌ها خود چه می‌گویند؟“

## بحث و نتیجه‌گیری

سه مکتب (الگوی فکری) در فلسفه آمار را به کوتاهی توضیح دادیم و جایگاه الگوی فکری شواهدی را تشریح کردیم. ولی یک پرسش کلیدی همچنان پابرجاست: کدام الگوی فکری مناسب است؟ در پاسخ به اینکه کدام الگوی فکری آماری مناسب است، باید نخست به این پرسش پاسخ دهیم که: هدف (/ از دیدگاهی دیگر: وظیفه) علم آمار چیست؟ و آیا اساساً علم آمار یک هدف (/ وظیفه) دارد؟ یا می‌توان اهدافی (وظایفی) چندگانه برای آن تصور کرد؟ برای تشریح مطلب، مثالی کلی را، با الهام از مثالی در باره تشخیص پزشکی از کتاب رویال، طرح می‌کنیم:

فرض کنید یک بررسی مشاهداتی درباره یک مدل آماری یا یک فرضیه آماری انجام شده است. سه پرسش پیش‌روی ما قرار دارد:

(۱) برپایه این مشاهدات، چه کاری باید انجام دهیم؟ (پذیرش مدل/فرضیه یا رد آن)

(۲) برپایه این مشاهدات، چه باوری درباره درستی مدل/فرضیه می‌توانیم داشته باشیم؟

(۳) نتایج حاصل، چه چیزی در باره مدل/فرضیه به ما می‌گوید؟ (چگونه مشاهدات حاصل را همچون شواهدی در پشتیبانی از

مدل/فرضیه تعبیر کنیم؟)

الگوی فکری فراوانی‌گرا، به تدارک پاسخ به پرسش نخست می‌پردازد. گویی هدف (وظیفه) آمار تصمیم‌گیری است. برپایه الگوی فکری بیزگرا، پرسش دوم پرسش اصلی علم آمار است، زیرا در مکتب بیز تصحیح باور در پرتو شواهد مهم است. ولی طبق مکتب شواهدی، این پرسش سوم است که پرسش کلیدی است و وظیفه (هدف) علم آمار پاسخ به این پرسش است. پیش‌تر گفتیم که سه الگوی فکری فراوانی‌گرا، بیزگرا و شواهدی (شاهدگرا)، مبانی مختلف و روش‌های متفاوتی دارند. اکنون آشکار است که این مبانی و این روش‌های متفاوت، در تدارک پاسخ به پرسش‌هایی هستند که اساساً خود پرسش‌ها متفاوت‌اند. در واقع، باید گفت:

سه پاسخ رویکردهای فراوانی‌گرا، بیزگرا و شاهدگرا، سه پاسخ به سه پرسش متفاوت‌اند، نه سه پاسخ به یک پرسش.

اما کدام پرسش، پرسش کلیدی/اصلی/اساسی علم آمار است؟ بررسی این پرسش و پاسخ به آن در این مختصر نمی‌گنجد. شاید وقتی دیگر.

## مراجع

براون، ج.ر. (۱۳۹۴). فلسفه ریاضیات (ترجمه محمدقاسم وحیدی‌اصل)، انتشارات نوشتگان.

شیخ‌رضایی، ح. و کرباسی‌زاده، ا. (۱۳۹۵). آشنایی با فلسفه علم، انتشارات هرمس.

رویال، ر.م. (۱۳۹۸). شواهد آماری: رویکردی مبتنی بر درست‌نمایی (ترجمه ناصررضا ارقامی و سید محمود طاهری)، مرکز نشر دانشگاهی.

کولی‌ون، م. (۱۳۹۶). درآمدی بر فلسفه ریاضی معاصر (ترجمه کامران شهبازی)، انتشارات نقد فرهنگ.

گیلیس، د. (۱۳۹۴). فلسفه علم در قرن بیستم (ترجمه حسن میانداری)، انتشارات سمت.

- Bandyopadhyay P.S., Forster M.R. (Eds.) (2011), *Philosophy of Statistics*, Elsevier.
- Dienes, Z. and Melatchie N. (2018), Four reasons to prefer Bayesian analyses over significance testing, *Psychonomic Bulletin and Review* 25, 207 - 218.
- Efron, B. (1986), *Why isn't everyone a Bayesian?*, Chapman and Hall.
- Evans M. (2015), *Measuring Statistical Evidence Using Relative Belief*, Chapman and Hall/CRC.
- Gustafson P. (2019), *Paul's Top Ten Reasons To Be A Bayesian*,  
<https://www.stat.ubc.ca/gustaf/530/topten.pdf>
- Hacking I. (1965), *Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press.
- Mayo C. (2018), *Statistical Inference as Severe Testing: How to Get Beyond the Statistics War*, Chapman and Hall.
- Royal M.R. (1997), *Statistical Evidence, A likelihood paradigm*, Chapman and Hall.
- Thompson B. (2017), *The Nature of Statistical Evidence*, Springer.