

## نقد کتاب

# نقد کتاب «اندیشیدن درباره آمار: مبانی فلسفی»

سید محمود طاهری

چکیده. مبانی فلسفی علم آمار، به‌ویژه معرفت‌شناسی استنباط آماری، چند دهه است که مورد توجه فیلسوفان علم قرار گرفته است. با اوج‌گیری آنچه علم داده نامیده شده، به این موضوع بیشتر پرداخته شده است. کتاب اندیشیدن درباره آمار: مبانی فلسفی کتابی است که به‌وسیله یکی از پژوهشگران فلسفه علم، که تحصیلاتی در آمار نیز دارد، نوشته شده و به‌تازگی به فارسی ترجمه و منتشر شده است. در یادداشت حاضر، محتوای این کتاب مرور و برخی مباحث آن به‌کوتاهی بررسی و نقد می‌شود. همچنین برجستگی‌های کتاب و کمبودهای آن توضیح داده می‌شود. در پایان نیز نکاتی درباره ترجمه کتاب بیان می‌شود.

## ۱ مقدمه

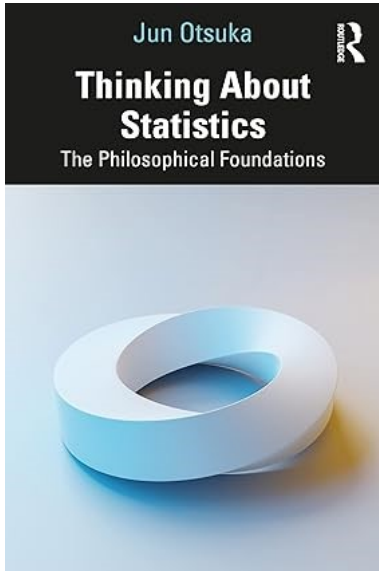
به‌تازگی کتابی تازه‌تألیف درباره مبانی فلسفی استنباط آماری به قلم آقای دکتر محمدقاسم وحیدی اصل (استاد دانشگاه شهید بهشتی) به فارسی ترجمه و منتشر شده است. نویسنده کتاب، جون اوتسوکا<sup>۱</sup>، دانشیار فلسفه علم در دانشگاه کیوتو ژاپن، است. عنوان و مشخصات نسخه انگلیسی و ترجمه فارسی کتاب چنین است:

●Otsuka, Jun, *Thinking about Statistics: The Philosophical Foundations*, Routledge, Taylor & Francis Group, New York, NY, 2023, ix+193 pp.: illustrations (black and white), ISBN 9781032326108

عبارات و کلمات کلیدی: استقرا، بیزگرایی، فراوانی‌گرایی، فلسفه آمار، معرفت‌شناسی  
نوع مقاله: نقد و بررسی؛ تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱

• اوتسوکا، جون، اندیشیدن دربارهٔ آمار: مبانی فلسفی، ترجمهٔ محمدقاسم وحیدی اصل، انتشارات مبتکران، تهران، ۱۴۰۲، viii، ۲۰۷ ص: جدول، نمودار، شابک 9789640731130

گفتنی است که این کتاب نخست به زبان ژاپنی نوشته و منتشر شده است و سپس خود نویسنده آن را به زبان انگلیسی ترجمه کرده است.



روی جلد نسخهٔ انگلیسی کتاب

جون اوتسوکا دوره‌های کارشناسی تا دکترای فلسفه را در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ در دانشگاه کیوتو ژاپن گذرانده است. سپس مدرک کارشناسی‌ارشد را در رشتهٔ آمار کاربردی و مدرک دکترا را در رشتهٔ فلسفهٔ علم - هر دو در سال ۲۰۱۴ - از دانشگاه ایندیانا ای آمریکا اخذ کرده است. او هم‌اکنون عضو هیئت علمی گروه فلسفهٔ دانشگاه کیوتو است. زمینه‌های پژوهشی اوتسوکا، فلسفهٔ علم (به‌معنای عام)، فلسفهٔ آمار و یادگیری ماشین، فلسفهٔ زیست‌شناسی و استنباط علی است. او عضو تیم استنباط علی در مرکز پژوهش‌های پیشرفتهٔ هوش (واقع در RIKEN) در توکیو نیز هست. اوتسوکا پیش از کتاب اندیشیدن دربارهٔ آمار کتاب دیگری با عنوان نقش ریاضیات در نظریهٔ تکامل نوشته

است که نشان‌دهندهٔ مسیر پژوهشی او در فلسفهٔ زیست‌شناسی است. مشخصات آن کتاب چنین است:

• *The Role of Mathematics in Evolutionary Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 2019

## ۲ دربارهٔ محتوای کتاب

### ۱.۲ طرح کلی کتاب

کتاب اندیشیدن دربارهٔ آمار با توجه به سه موضوع کلیدی که در فلسفهٔ علم مطرح است، به علم آمار به‌ویژه استنباط آماری با تأکید بر موضوع استقرا می‌پردازد: هستی‌شناسی (وجودشناسی)، معناشناسی و معرفت‌شناسی. در بحث هستی‌شناسی علم آمار، این موضوع مطرح است که آیا

هستنده‌های آماری (وجودهای آماری/موجودیت‌های آماری)<sup>۱</sup> مانند آماره‌های نمونه‌ای، امید ریاضی و پارامترهای مدل‌های آماری (برای مثال، میانگین و واریانس توزیع نرمال، ضرایب مدل‌های رگرسیونی، پارامترهای طرح‌های عاملی) چه نوع هستنده‌هایی هستند و ماهیت و سرشت آنها چیست. برای مثال، هنگامی که درباره امید ریاضی یک متغیر تصادفی صحبت می‌کنیم، به‌طور دقیق درباره چه چیزی صحبت می‌کنیم؟ آیا امید ریاضی یک هستنده انتزاعی است یا واقعی؟ سرشت و ماهیت نااریبی چیست؟ آیا نااریبی به‌طور مجرّد و بیرون از زمان و مکان وجود دارد یا خیر؟ آیا می‌توان هستنده‌های آماری را در نظامی واجد سلسله‌مراتب وجودی گروه‌بندی کرد؟ از اساس چرا پارامترها، هستند به‌جای آنکه نباشند.<sup>۲</sup> در معناشناسی علم آمار، این پرسش مطرح است که این هستنده‌ها چگونه با جهان واقعی ارتباط پیدا می‌کنند؟ برای مثال، مدل‌های آماری با چه چیزی از جهان تناظر دارند؟ و آیا از اساس، چنین چیزی وجود دارد؟ برای مثال، ضرایب مدل‌های رگرسیونی چه چیزی را از دنیای واقعی باز می‌نمایانند؟ و این پارامترها بر چه چیزهایی دلالت دارند؟ [۱۰] معرفت‌شناسی علم آمار به این پرسش می‌پردازد که نتایج آماری واجد چه نوع معرفت و چه سطحی از معرفت هستند؟ و اینکه این نتایج از دیدگاه صدق و حقیقت، چه جایگاهی دارند؟ برای مثال، هنگامی که بازه اطمینانی برای یک پارامتر می‌سازیم، این بازه چه سطحی یا چه جنبه‌ای از صدق دارد؟ یا هرگاه مدلی آماری به مجموعه‌ای از داده‌ها برازش می‌دهیم، آن مدل واجد چه جنبه‌ای از صدق است؟ ملاک صدق و کذب قضیه‌های آماری چیست؟ و پرسشی چالشی‌تر و امروزی‌تر اینکه آیا هدف علم آمار و هدف از عمل‌ورزی آماری، دستیابی به صدق و حقیقت است؟ البته مقصود از نوشتن کتاب اندیشیدن درباره آمار پرداختن به این سه موضوع به‌طور گسترده و جامع نبوده، بلکه چنان‌که خود نویسنده گفته است، هدف اصلی کتاب بررسی نقش مفروضات هستی‌شناختی، معنایی و معرفت‌شناختی درباره مبحث استقرا است؛ بحثی که در فلسفه و فلسفه علم بسیار مورد توجه است و پیوندی تنگاتنگ با احتمال و آمار دارد.<sup>۳</sup> به سخن دیگر، نویسنده تلاش دارد شرح دهد که الگوواره‌های (کلان‌الگوهای/الگوهای فکری)<sup>۴</sup> آمار، استنباط استقرایی که همان استنباط از جزء به کل است را چگونه تبیین (به‌تعبیر نویسنده: توجیه [راستی‌آزمایی]<sup>۵</sup>) می‌کنند؛

۲. دیدگاه هستی‌شناسی نیستی آلن بدیو (Alain Badiou)، فیلسوف معاصر فرانسوی ۳. برای مطالعه درباره موضوع استقرا، چالش‌های آن و حل‌کردن‌ها و منحل‌کردن‌های استقرا، به [۱۳] مراجعه کنید. ۴. واژه «paradigm» را مترجم محترم «الگوواره» ترجمه کرده است. از دید نگارنده، کلان‌الگو و الگوی فکری، برابر نهاده‌های بهتری هستند. در یکی از بخش‌های آینده، درباره این برابر نهاده‌ها بیشتر توضیح خواهیم داد.

به‌ویژه این تبیین یا توجیه، در هر کلان‌الگو چگونه انجام می‌شود. در این باره، اوتسوکا چهار کلان‌الگو و رویکرد را بررسی می‌کند: کلان‌الگوی بی‌زگرایی؛ کلان‌الگوی فراوانی‌گرایی؛ رویکرد مدل‌گزینی؛ رویکرد یادگیری عمیق. اوتسوکا بیان می‌دارد که آمار بی‌زگرا مبتنی بر معرفت‌شناسی درون‌گرا است، در حالی که کلان‌الگوی فراوانی‌گرا با معرفت‌شناسی برون‌گرا مرتبط است. همچنین روش‌شناسی مدل‌گزینی با معرفت‌شناسی عمل‌گرا، و یادگیری عمیق با معرفت‌شناسی فضیلت مرتبط هستند. با محور بودن مباحث بالا، اوتسوکا محتوی و ساختار کتاب را در شش فصل تنظیم کرده است که در بخش بعد به آنها می‌پردازیم.

## ۲.۲ مرور محتوای فصل‌های کتاب



جون اوتسوکا با نسخه ژاپنی کتاب در دست

در این بخش، به‌کوتاهی مطالب فصل‌های کتاب را مرور می‌کنیم. در فصل اول با عنوان «کلان‌الگوی آمار مدرن»، مطالبی کلی درباره آمار توصیفی و آمار استنباطی و برخی مباحث مقدماتی احتمال ارائه شده است. همچنین به‌کوتاهی، جایگاه و اهمیت استقرا در علم و در استنباط آماری توضیح داده می‌شود. نویسنده سپس در توجیه استقرا در چارچوب علم آمار، به دو مبحث می‌پردازد: متغیرهای تصادفی مستقل هم‌توزیع<sup>۱</sup> و قانون اعداد بزرگ. وی بیان می‌کند که مفهوم استقلال و هم‌توزیعی، مشخص‌سازی ریاضیاتی همان چیزی است که دیوید هیوم<sup>۲</sup> آن را یکنواختی طبیعت نامیده است؛ به این معنا که هر شرایطی که برای مورد مشاهده‌شده برقرار باشد، همان شرایط برای موارد مشاهده‌نشده نیز برقرار خواهد بود و این همان چیزی است که از دید هیوم، لازمه استدلالت استقرایی است. اوتسوکا سپس توضیح می‌دهد که مفروض گرفتن یک مدل احتمالی (که همانند فرض یکنواختی طبیعت است) همراه با قانون اعداد بزرگ، استقرا را توجیه می‌کند؛ به این معنا که استقرا در درازمدت به پاسخ درست، همگرا می‌شود.

عنوان فصل دوم، «آمار بیزی» است. پس از بحث‌هایی درباره معنانشناسی آمار بیزی و پیوند آن با تفسیر ذهنی احتمال، شیوه استنباط بیزی تشریح و سپس به فلسفه آمار بیزی پرداخته می‌شود. اوتسوکا نخست پیوند آمار بیزی و منطق استقرایی را توضیح می‌دهد و پس از آن، به معرفت‌شناسی این کلان‌الگو می‌پردازد. او بر این باور است که معرفت‌شناسی آمار بیزی، از نوع معرفت‌شناسی درون‌گرا است. در این راستا، او شیوه دست‌یابی به باور موجه صادق را در رویکرد بیزی توضیح می‌دهد و سپس به بررسی چالش‌های مرتبط، به‌ویژه توجیه توزیع‌های پیشینی و توجیه درست‌نمایی می‌پردازد.

فصل سوم، با عنوان «آمار کلاسیک»، به کلان‌الگوی آمار فراوانی‌گرا اختصاص دارد. پس از بحثی درباره معنانشناسی آمار فراوانی‌گرا، شیوه آزمون فرضیه در این کلان‌الگو (با ترکیبی از دو روش فیشری و نیمن-پیرسنی<sup>۱</sup>) شرح داده می‌شود. نویسنده سپس تبیین می‌کند که چگونه می‌توان آزمون آماری را رفتار استقرایی تلقی کرد. آنگاه به معرفت‌شناسی آمار فراوانی‌گرا به‌مثابه معرفت‌شناسی برون‌گرا می‌پردازد. سپس این دیدگاه را مطرح می‌کند که توجیه استقرا در آمار فراوانی‌گرا، مبتنی بر رویکرد اعتمادگرایی<sup>۲</sup> است. با بحثی درباره صدق‌رسانی آزمون‌های آماری و بحثی درباره اصل درست‌نمایی و تشریح دیدگاه فراوانی‌گرایان و بیزگرایان درباره این اصل و پیامدهای آن، فصل سوم به پایان می‌رسد.

عنوان فصل چهارم، «مدل‌گزینی و یادگیری ماشین» است. در این فصل، به دو موضوع مدل‌گزینی (به‌ویژه برازش مدل) و یادگیری ماشین (به‌طور خاص: یادگیری عمیق) پرداخته شده است. تفاوت کلیدی این دو رویکرد با کلان‌الگوهای بیزی و فراوانی‌گرا این است که در بیزگرایی و فراوانی‌گرایی، دست‌یابی به مدل احتمال به‌مثابه مدل واقعیت، هدف است، ولی در دو رویکرد مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، هدف عبارت است از مدل‌هایی که بهتر می‌توانند پیشگویی کنند؛ هرچند به مدلی که در واقعیت وجود دارد، وفادار نباشند. درباره رویکرد مدل‌گزینی، بحث کتاب متمرکز بر مدل‌های رگرسیونی و ملاک اطلاع آکائیکه<sup>۳</sup> در ارزیابی برازش مدل و پیامدهای فلسفی آن است. به‌زعم نویسنده، نکته کلیدی در مبحث مدل‌گزینی این است که این رویکرد مبتنی بر هستی‌شناسی عمل‌گرا و معرفت‌شناسی عمل‌گرا است.

این دیدگاه، حکایت از این دارد که ای‌بسا یک مدل آماری درست (یعنی منطبق با واقع) ممکن است در پیشگویی بدتر از مدلی باشد که واقعیت را با حذف برخی عامل‌ها، تحریف می‌کند. در بخش

دوم از فصل چهارم، به رویکرد یادگیری عمیق، حوزه‌ای که در زمینه پیشگویی به‌شتاب در حال گسترش است، پرداخته شده است. پس از اشاره‌هایی به ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی و آموزش آنها، پیامدهای فلسفی یادگیری عمیق بررسی و تحلیل می‌شود. در این باره بیان می‌شود که بنیان نظری یادگیری عمیق را می‌توان با معرفت‌شناسی فضیلت‌گرا تبیین کرد. در معرفت‌شناسی فضیلت‌گرا، اساس توجیه (موجه دانستن هر عمل یا رفتار یا مدل) در فاعل معرفتی آن قرار دارد و بستگی به توانایی معرفتی و فضیلت ذاتی او دارد. البته این دیدگاه هنگامی برای یادگیری عمیق کاربردپذیر است که بپذیریم یا ثابت شود که مدل‌های یادگیری عمیق خوب آموزش دیده، دارای فضیلت معرفتی هستند (که در اینجا منظور، توانایی‌هایی خاص است که در این مدل‌ها تعبیه می‌شوند). رویکرد یادگیری عمیق و مدل‌گزینی از این جنبه همانند هستند که در هر دو رویکرد، به‌خلاف کلان‌الگوهای بیزگرایی و فراوانی‌گرایی، به‌جای در نظر گرفتن مدل‌ها به‌عنوان تصویرهایی از واقعیت، آنها را همچون ابزارهایی برای پیشگویی تلقی می‌کنند.

عنوان و موضوع فصل پنجم، «استنتاج علی» است. در این فصل، نویسنده با همان رویکرد فصل‌های پیشین، یعنی از طریق تحلیل هستی‌شناختی، معنایی و معرفت‌شناختی، به بررسی رابطه سه‌گانه بین احتمال، استقرا و علیت می‌پردازد. در این باره، دو رویکرد بررسی می‌شود: رویکرد خلاف‌واقع به علیت و رویکرد مدل‌های علی ساختاری. به‌ویژه گفتنی است که نویسنده، آزمون‌های آماری (شیوه نیمن-پیرسنی) را با نوعی استنباط علی همانندسازی می‌کند. در پایان این فصل، پیامدهای فلسفی استنباط علی از جمله سازگاری آن با استدلال استقرایی، بحث و بررسی می‌شود. فصل ششم و پایانی، با عنوان «هستی‌شناسی، معناشناسی و معرفت‌شناسی آمار»، به جمع‌بندی مطالب فصل‌های ۱ تا ۵ و مقایسه‌هایی گذرا بین انواع هستی‌شناسی، معناشناسی و معرفت‌شناسی در علم آمار اختصاص دارد. از دید نویسنده، مفروضات هستی‌شناختی، نوع تبیین‌ها در هر نظریه آماری را تعیین می‌کنند. بدین ترتیب که یگانه‌گرایی داده‌ای (اصطلاحی که اوتسوکا برای آمار توصیفی به‌کار می‌برد) برای برخی مقاصد محدود، بسنده است؛ هستی‌شناسی دوگانه‌گرای «مدل احتمال-داده» برای پیشگویی‌ها و آزمون‌های آماری مناسب است؛ و تبیین‌های علی نیاز به هستی‌شناسی غنی‌تری دارند. این فصل، با توجه دادن به این نکته پایان می‌یابد که کتاب به همه مسائل فلسفه آمار نپرداخته است، بلکه تمرکز مطالب کتاب بر موضوع استقرا و توجیه آن در کلان‌الگوها و رویکردهای گوناگون آمار بوده است.

### ۳ برجستگی‌های کتاب

ژرف‌اندیشی برجسته‌ترین ویژگی کتاب این است که خواننده را به ژرف‌اندیشی درباره چستی و چگونگی و چرایی استنباط آماری وامی‌دارد. نویسنده این کار را موشکافانه و با بررسی سه موضوع کلیدی که در بخش دوم اشاره شد، یعنی هستی‌شناسی، معناشناسی و معرفت‌شناسی علم آمار، انجام می‌دهد. فارغ از محتوای مطالب، سبک ارائه مطالب و نوع ورود به مباحث بنیادین استنباط آماری نیز روشن‌گر و نوآورانه است.

توجه به فرض یکنواختی طبیعت پیوند دادن اصل یا فرض یکنواختی طبیعت<sup>۱</sup> که در سده هجدهم میلادی از سوی هیوم در مبحث استقرا مطرح شد، با مفهوم استقلال و هم‌توزیعی و سپس در نظر گرفتن آن به‌مثابه شرط لازم برای استنتاج استقرایی، یکی از مباحث گیرا و برجسته کتاب است [۱۷].

یادگیری عمیق طرح موضوع یادگیری عمیق (نوعی یادگیری ماشین مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی) که از مباحث کم‌وبیش جدید است و مقایسه آن با کلان‌الگوهای رایج آماری و به‌ویژه بررسی پیامدهای فلسفی یادگیری عمیق، از مطالب نو و جالب‌توجه کتاب است.

طرح معرفت‌شناسی فضیلت طرح معرفت‌شناسی فضیلت – در کنار معرفت‌شناسی عمل‌گرا – و پیوند دادن معرفت‌شناسی فضیلت با مبحث یادگیری عمیق، از نوآوری‌های نویسنده است. فارغ از اینکه نویسنده چه اندازه در تبیین و توجیه این پیوندهای کامیاب بوده است، طرح این نگرش و تلاش در تبیین آن، بدیع و ارزشمند است [۶].

تقسیم‌بندی نوآورانه در واکاوی دو کلان‌الگوی فراوانی‌گرا و بیزگرا و دو رویکرد مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، اوتسوکا یک تقسیم‌بندی به‌صورت زیر انجام داده است. ابتدا این چهار کلان‌الگو و رویکرد را (به‌ویژه با تأکید بر موضوع استقرا) به دو دسته تقسیم کرده است: دسته‌ای که بر معرفت‌شناسی صدق‌گرا مبتنی هستند و دسته‌ای که بر معرفت‌شناسی‌هایی فارغ از صدق‌گرایی استوارند. در معرفت‌شناسی صدق‌گرا که از دیرباز معرفت‌شناسی مسلط بر مجامع علمی بوده است، صدق، ارزش کلیدی دارد و هدف علم، دستیابی به گزاره‌ها و نظریه‌ها و مدل‌های صادق است. در این دیدگاه، موجه بودن یک گزاره یا یک مدل، باید رهنمون به صدق شود. از سوی دیگر، در برخی معرفت‌شناسی‌ها صدق، ارزش ذاتی ندارد و موجه بودن یک گزاره یا یک مدل و صادق بودن آن،

1. uniformity of nature

ربطی به هم ندارند. در این نوع معرفت‌شناسی‌ها که بیشتر از نیمهٔ دوم سدهٔ بیستم میلادی مطرح بوده است، ارزش باورها، گزاره‌ها و مدل‌ها نه با راست‌گویی آنها، بلکه با ملاک‌های عمل‌گرایانه سنجیده می‌شود. برای مثال، از دید برخی، مهم‌ترین ملاک عمل‌گرایانه در ارزیابی یک مدل آماری، موفقیت آن در پیشگویی است؛ فارغ از اینکه آن مدل درست باشد یا نادرست. بر پایهٔ آنچه گفتیم، اوتسوکا بر این باور است که هر دو کلان‌الگوی بیزگرا و فراوانی‌گرا مبتنی بر معرفت‌شناسی صدق‌گرا هستند؛ هرچند یکی در پیوند با معرفت‌شناسی درون‌گرا و دیگری مرتبط با معرفت‌شناسی برون‌گراست. ولی دو رویکرد مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، متضمن معرفت‌شناسی‌هایی فارغ از صدق‌گرایی هستند. به هر حال، این شیوهٔ تقسیم‌بندی کلان‌الگوها و رویکردها در استنباط آماری و در پی آن، تشریح همانندی و ناهمسانی آنها، یکی از برجستگی‌های کتاب اوتسوکا است.

**استنباط علی** کتاب در زمینهٔ استنباط علی نیز دربردارندهٔ مباحثی ارزنده است. استنباط علی و پیوند آن با احتمال و آمار، موضوعی درازدامن است و پیشینهٔ طولانی دارد. گرچه پژوهش‌ها و کتاب‌های بسیار در این باره منتشر شده است، برخی مطالب فصل پنجم کتاب دربارهٔ تفاوت هستی‌شناسی‌های استنباط احتمالاتی و استنباط علی و همچنین توجه به مدل‌های علی ساختاری در کنار مدل‌های شرطی خلاف‌واقع و پیامدهای فلسفی آنها، آگاهی‌بخش و آموزنده است.

**ارتباط تابع توزیع و مسئلهٔ انواع طبیعی** موضوع انواع طبیعی، یکی از موضوع‌های مطرح در فلسفهٔ علم است. بر پایهٔ این اندیشه، جهانی که در هر حوزهٔ علمی بررسی می‌شود، از چیزهایی تشکیل شده است (یا گمان می‌رود که چنین باشد) که به‌عنوان انواع طبیعی در آن حوزهٔ خاص در نظر گرفته می‌شوند. اوتسوکا، در بخش ۴.۲.۱ کتاب، این بحث را مطرح می‌کند که خانوادهٔ توزیع‌های احتمالی (مدل‌های احتمالی) به‌عنوان انواع طبیعی در آمار عمل می‌کنند و به همین دلیل، پیشنهاد می‌دهد که آنها را «انواع احتمالاتی» بنامیم. این دیدگاه که نوعی تبیین دربارهٔ پیوند میان احتمال و آمار است، اندیشه‌ای جالب توجه و گویا نوآورانه است.

#### ۴ ده کاستی کتاب

کتاب اندیشیدن دربارهٔ آمار چند کاستی کلیدی دارد که در این بخش به ده کاستی آن می‌پردازیم. **استنباط شواهدی** یک مبحث مهم که در این کتاب از آن غفلت شده است، مبحث «استنباط شواهدی»<sup>۱</sup> است. استنباط شواهدی یک کلان‌الگو یا مکتب فکری در استنباط آماری مبتنی بر

1. evidential inference

اصل درست‌نمایی و قانون درست‌نمایی است [۷، ۸]. در چند دهه اخیر و به‌ویژه با گسترش علم داده، به این کلان‌الگو به‌دلیل تأکید آن بر توجه جدی به داده‌ها و این جمله کلیدی که «بینیم داده‌ها خود چه می‌گویند»، بیشتر پرداخته شده است. در کتاب اندیشیدن درباره آمار، هیچ اشاره‌ای به هستی‌شناسی، معناشناسی و معرفت‌شناسی استنباط شواهدی و جایگاه آن در موضوع استقرا نشده است.

**احتمال منطقی و احتمال گرایشی** دو مبحث دیگر که در کتاب نیامده است، احتمال منطقی و احتمال گرایشی است [۱۲، ۱۶]. این کمبود را از این رو می‌گویم که نویسنده کتاب، تفسیر ذهنی احتمال را با کلان‌الگوی بیزگرایی پیوند داده است و تفسیر فراوانی‌گرایانه از احتمال را با استنباط فراوانی‌گرا مرتبط می‌داند که البته این پیونددهی، موضوعی شناخته‌شده و رایج است. ولی دو موضوع و دو پرسش، ناگفته مانده است: یکی اینکه احتمال منطقی و احتمال گرایشی را با چه نوع استنباط‌های آماری می‌توان مرتبط دانست؟ [۹] و دوم اینکه چنان استنباط‌هایی – در صورت وجود – هماهنگ با چه نوع هستی‌شناسی، معناشناسی و معرفت‌شناسی هستند؟

**عدم تمایز بین دو رویکرد فیشری و رویکرد نیمن-پیرسنی** موضوع مهم دیگری که در کتاب رعایت نشده است، تمایز میان دو رویکرد فراوانی‌گرا یعنی رویکرد فیشری و رویکرد نیمن-پیرسنی است.<sup>۱</sup> نویسنده در فصل سوم کتاب، به کلان‌الگوی فراوانی‌گرا (که گاه با تعبیر «رویکرد کلاسیک» از آن نام می‌برد) می‌پردازد. موضوع آزمون فرضیه را پیش می‌کشد و در بخش ۱۰.۲.۳، ایده اساسی آزمون‌های آماری را مطابق رویکرد آزمون‌گری معناداری توضیح می‌دهد (بدون اشاره به فیشر و آنچه آزمون‌گری معناداری نام دارد) و آن را با رویکرد ابطال‌پذیری منسوب به پوپر مقایسه می‌کند و همانند می‌داند. نخستین نکته این است که هماهنگی نگرش ابطال‌پذیری با آزمون‌گری آماری، مربوط به آزمون‌های فیشری (آزمون‌های معناداری) است و نه آزمون‌گری به‌شیوه نیمن-پیرسنی. ولی اوتسوکا به تمایز دو رویکرد در کلان‌الگوی فراوانی‌گرایی نمی‌پردازد و این به بدفهمی منجر می‌شود و گمراه‌کننده است.<sup>۲</sup> نکته دوم این است که نویسنده از بخش بعدی این فصل (با عنوان: منطق آزمون‌گری آماری)، یک‌باره به رویکرد نیمن-پیرسنی به آزمون‌های آماری منتقل می‌شود و ادامه مباحث را در چارچوب نیمن-پیرسنی پی می‌گیرد. این مباحث شامل ماهیت خلاف واقع آزمون‌ها،

---

۱. به‌منظور بررسی مقایسه‌ای بین این دو رویکرد، [۷] را بخوانید. روند تاریخی شکل‌گیری این دو رویکرد و مکاتبات و مجادله‌های مربوط به آنها نیز خواندنی است. در این باره به [۵، ۱۴] مراجعه کنید. ۲. بحث درباره دو رویکرد فیشری و نیمن-پیرسنی به موضوع آزمون فرضیه‌های آماری همچنان ادامه دارد. یکی از جدیدترین مقاله‌ها در این باره [۱۵] است.

توجه مبتنی بر اعتمادگرایی در این آزمون‌ها و معرفت‌شناسی برون‌گرایانه این آزمون‌ها است. نویسنده هیچ اشاره‌ای به تفاوت میان دو رویکرد فراوانی‌گرایی فیشری و نیمن-پیرسنی نمی‌کند و توضیح نمی‌دهد که آیا تفاوتی در معرفت‌شناسی این دو رویکرد فراوانی‌گرایانه وجود دارد یا نه و آیا توجیه مبتنی بر اعتماد که درباره‌ی رویکرد نیمن-پیرسنی ارائه می‌دهد، درباره‌ی رویکرد فیشری نیز صادق است یا نه و آیا چالش بیزگرایان با فراوانی‌گرایان (موضوع بخش ۴.۳.۳ کتاب) درباره‌ی هر دو مکتب فراوانی‌گرایی به‌طور یکسان برقرار است یا نه.

عدم تبیین مناسب پیوند معرفت‌شناسی فضیلت و رویکرد یادگیری عمیق در حالی که پیوند میان آمار بیزی و معرفت‌شناسی درون‌گرا (فصل دوم) و همچنین پیوند میان آمار فراوانی‌گرا و معرفت‌شناسی برون‌گرا (فصل سوم)، خیلی خوب توجیه و مستدل شده است، ارتباط بین معرفت‌شناسی فضیلت و رویکرد یادگیری عمیق، چندان موجه و وثیق نیست. اینکه موجه بودن یک باور را - بر پایه دیدگاه فضیلت‌گرایان - به فضیلت فرد باورمند یا فضیلت فاعل ارجاع دهیم (مانند خیرخواهی، بخشندگی، وجدان، تیزبینی، انصاف و فروتنی) و فضیلت‌هایی را که منظور فضیلت‌گرایان است، با توانایی‌های یک روش آماری یا یک مدل آماری یا یک روش ریاضی (مانند پیشگویی با خطای کمتر) متناظر کنیم و آنگاه نتیجه بگیریم که یادگیری عمیق، مبتنی بر معرفت‌شناسی فضیلت است، استدلال متقنی به نظر نمی‌رسد. در واقع اوتسوکا از اخلاق فضیلت‌گرا و ویژگی‌های اخلاقی مانند آنچه در بالا برشمردیم، به توانایی مجموعه‌ای از روابط و راهکارهای ریاضی گریز زده است. این گریز و این همسان‌سازی، جای تأمل دارد.

درهم‌آمیختگی و ناهماهنگی مباحث فصل چهارم در فصل چهارم کتاب، دو موضوع کلیدی طرح شده است: مدل‌گزینی و یادگیری ماشین. گرچه گفته شده است که این دو رویکرد، در سنجش با صدق‌گرایی الگوواره‌های بیزگرایی و فراوانی‌گرایی، عمل‌گرا هستند، این دو رویکرد چندان پیوندی با هم ندارند که در یک فصل و کنار هم بیان شوند. در کنار هم بودن آنها باعث درهم‌آمیختگی برخی مباحث شده است. در این باره به سه نکته اشاره می‌کنیم: نخست اینکه در بخش اول این فصل، به موضوع روش بیشینه درست‌نمایی و کاربرد آن در برازش مدل و در بخش دوم، به مدل‌های رگرسیونی، شیوه‌های مدل‌گزینی، ملاک اطلاع آکائیکه و برخی پیامدهای فلسفی آنها پرداخته شده است. ولی یک‌بار از بخش سوم، به موضوع یادگیری ماشین و البته به‌طور ویژه، شبکه‌های عصبی عمیق (که در واقع شاخه‌ای از مباحث متنوع در زمینه یادگیری ماشین است) پرداخته می‌شود بدون اینکه با مطالب بخش‌های اول و دوم ارتباط داشته باشند. دوم اینکه تمایز بین هستی‌شناسی و

معرفت‌شناسی این دو رویکرد، به‌روشنی تبیین و تفکیک نشده است. توضیح اینکه در فصل چهارم درباره مدل‌گزینی، از عبارت «هستی‌شناسی عمل‌گرا» استفاده می‌شود (ص ۱۲۳) و درباره معرفت‌شناسی آن، چیزی به‌روشنی بیان نمی‌شود. از سوی دیگر، هنگام بحث درباره یادگیری عمیق، گفته می‌شود که رویکردهای مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، مبتنی بر معرفت‌شناسی عمل‌گرا هستند (ص ۱۳۰). سوم اینکه در مطالب فصل چهارم (از صفحه ۱۳۲ به بعد) به‌ویژه در بخشی با عنوان فضیلت معرفتی ماشین‌ها، همه تلاش بر یادگیری ماشین متمرکز است و اینکه ثابت شود که یادگیری عمیق با معرفت‌شناسی فضیلت پیوند دارد. درباره هستی‌شناسی یادگیری عمیق مطلبی ارائه نشده است ولی درباره معرفت‌شناسی آن به‌گسترده‌گی بحث شده است. از سوی دیگر، درباره هستی‌شناسی رویکرد مدل‌گزینی، مطالبی ارائه شده ولی درباره معرفت‌شناسی آن چیزی به میان آورده نشده است.

**بررسی نکردن نقادانه رویکردهای مدل‌گزینی و یادگیری عمیق** بررسی نویسنده درباره بیزگرایی و فراوانی‌گرایی، همراه با نقد است. ولی بحث او درباره دو رویکرد مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، نقادانه نیست. اوتسوکا بیان نمی‌کند که اتخاذ رویکرد عمل‌گرایی ابزارگرایانه در علم آمار، به چه نتایجی در این علم منجر می‌شود. همچنین پذیرش فضیلت معرفتی ماشین‌ها چه پیامدهایی در استنباط آماری خواهد داشت؛ البته منظور من پیامدهای فلسفی این دو رویکرد نیست، بلکه تأثیرات آنها در گسترش یا محدود شدن روش‌های آماری و همچنین در ژرف‌نگری یا سطحی‌نگری در تحلیل‌های آماری است. در این باره به بازگویی جمله‌ای از آلن چالمرز، فیلسوف علم معاصر، بسنده می‌کنیم [۴]: «ابزارگرایی نگرشی است که نظریه‌پردازی‌های بالقوه سازنده درباره هستی‌های نظری را نفی می‌کند.»<sup>۱</sup>

**ابهام در پیوند میان علم آمار و یادگیری عمیق** در چند بخش از فصل پنجم کتاب به رویکرد یادگیری عمیق به‌مثابه رویکردی با هدف پیشگویی، پرداخته شده است، ولی ارتباط این رویکرد با علم آمار آشکار نیست. در این باره دو نکته گفتنی است: نخست اینکه قرار بوده است محتوای کتاب، طبق گفته نویسنده در مقدمه کتاب، کاوش در وجوه اشتراک بین آمار و فلسفه باشد. در جای‌جای کتاب نیز گفته شده است که تمرکز کتاب بر مرور و بررسی کلان‌الگوها و رویکردهای علم

۱. گرچه عمل‌گرایی (pragmatism) و ابزارگرایی (instrumentalism) همسنگ و همسان نیستند، پیوندی استوار با یکدیگر دارند. ابزارگرایی (ابزارانگاری) آموزه‌ای است که می‌گوید نظریه‌های علمی به‌ویژه بخش‌هایی که به هویت‌های مشاهده‌ناپذیر مربوط می‌شوند، فقط ابزارهایی هستند که ارزش آنها در توانایی‌شان در پیش‌بینی درست امور مشاهده‌پذیر و نه توصیف آنها در ساختار بنیادین واقعیت است [۱۳]. ملاحظه می‌کنید که این تعریف، کم‌وبیش مانند تعریفی است که اوتسوکا از عمل‌گرایی در نظر دارد.

آمار به موضوع استقرا و پیشگویی است. در این صورت، طرح موضوع یادگیری عمیق در کتاب، بی‌ربط است (شاید اگر این بحث در چارچوب یادگیری ماشین آماری<sup>۱</sup> مطرح می‌شد، ارتباط به علم آمار پیدا می‌کرد). دوم اینکه در پاسخ به اشکال بالا، شاید گفته شود که هدف نویسنده در این کتاب، بررسی و مقایسه روش‌های رایج در علم آمار، علم داده و علوم دیگر در موضوع مدل‌سازی و پیشگویی است. در این صورت، باید گفت که بحث بسیار ناقص است، زیرا خیلی از روش‌های دیگر مدل‌سازی و پیشگویی مانند دستگاه‌های استنتاجی فازی، الگوریتم‌های تکاملی و انبوهی از الگوریتم‌های یافتاری و فرایافتاری، در این کتاب بررسی و مقایسه نشده‌اند.

فروکاستن هدف و روش‌های علم آمار به استقرا تلاش اصلی اوتسوکا در این کتاب است که شرح دهد کلان‌الگوهای آمار، مسئله استقرا را چگونه تبیین می‌کنند و انصافاً در این راه، نسبتاً کامیاب بوده است. اوتسوکا هدف آمار و روش‌های آماری را تنها در چارچوب استقرا می‌بیند، ولی نکته این است که آمار فقط ناظر به استقرا نیست. در آمارشناسی کلاسیک که همچنان مورد نیاز است، امر سرشماری و مطالعات موردی، خارج از چارچوب استقرا قرار دارند. به علاوه بسیاری از مباحث آمارشناسی نوین، متکی بر کلان‌داده (مانند مطالعات زمان‌محور، داده‌های واژه‌محور و داده‌های تصویری) و همچنین مباحثی مانند نظریه تصمیم آماری مبتنی بر فایده‌گرایی، همگی متضمن پرسش‌ها و مباحثی هستند که ناظر به کاربرد استقرا نیستند. شاید کوچکی کتاب و انگیزه اصلی نویسنده آن که آشتی دادن آماردانان با فلسفه بر پایه مقدمات علم آمار است، در این فروکاستن نقش داشته است، ولی مهم است بدانیم که فلسفه آمار، در معنا و کاربرد فراگیر علم آمار، اعم از فلسفه علم (به معنای علم نیازمند استقرا) است.

در هم‌آمیختن علت و دلیل در بخش ۲۰۵، با عنوان «معرفت‌شناسی علیت خلاف واقع» و با عنوان فرعی «آزمون‌های آماری و استنباط علی»، نویسنده تلاش دارد تا آزمون‌های آماری را نوعی استنباط علی تلقی کند که در آنها یک معلول از یک علت استنباط می‌شود. توضیح نویسنده چنین است (کوتاه‌شده از صفحه ۱۵۴ متن ترجمه): «فرض کنید  $R_0$  نشانه رد فرضیه صفر و  $H_1$  نشانه این گزاره باشد که فرضیه مقابل صحیح است (یعنی فرضیه صفر غلط است). آنچه بر پایه داده‌ها می‌توانیم تأیید کنیم،  $R_0$  یا  $R_0 \sim$  است و از این اطلاعات، می‌خواهیم حکم کنیم که آیا  $H_1$  صادق است یا خیر. برای صدور چنین حکمی در چارچوب آمار فراوانی‌گرا، باید دو شرط زیر را ارزیابی کنیم:

(۱) اگر  $H_1$  صحیح می‌بود، چنین می‌بود که  $R_0$  (یعنی فرضیه صفر رد می‌شد).

(۲) اگر  $H_1$  صحیح نمی‌بود، چنین نمی‌بود که  $R_0$  (یعنی فرضیه صفر رد نمی‌شد).

به نظر می‌رسد که در اینجا بین دلیل و علت، خلط (در هم آمیختگی) شده است. آنچه در آزمون‌های آماری با هدف رد یا پذیرش یک فرضیه انجام می‌شود، ارائه دلیل یا دلایل مبتنی بر شواهد است و نه استناد به علت. برای مثال، هنگامی که فرضیه صفر رد می‌شود، در پاسخ به این پرسش که چرا فرضیه صفر رد شد، می‌گوییم: به دلیل اینکه (و نه «به علت اینکه») مقدار مشاهده شده آماره آزمون از مقدار جدول توزیع مربوط بزرگتر است؛ یا به این دلیل که (و نه «به این علت که») مقدار مشاهده شده آماره آزمون در ناحیه بحرانی قرار دارد.

مدل‌گزینی بدون توجه به آزمون‌های مرتبط یک کاستی پُررنگ کتاب این است که نویسنده مبحث مدل‌گزینی را فارغ از موضوع آزمون‌گری بررسی کرده است. در مسائل آماری مرتبط با مدل‌گزینی، برای مثال در انتخاب متغیرهای مؤثر در رگرسیون چندگانه یا در تأیید یا رد برازش یک مدل به داده‌ها در آزمون‌های نیکویی برازش (مانند آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> و آزمون خی‌دو)، با انواع آزمون‌های فرضیه روبه‌رو هستیم. این آزمون‌ها باید به هر حال با روشی فراوانی‌گرا یا بیزگرا یا شواهدی، انجام شوند. بنابراین مسائل مدل‌گزینی با مسائل آزمون‌گری در هم‌تنیده است و نمی‌توان رویکرد مدل‌گزینی را فارغ از آزمون‌های مربوط به آنها بررسی کرد. ولی نویسنده مسائل مدل‌گزینی را به محاسبه برخی شاخص‌ها مانند اطلاع آکائیکه فروکاسته و سپس رویکرد مدل‌گزینی را با فلسفه عمل‌گرایی پیوند داده است. به نظر می‌رسد که آن فروکاست و این نتیجه‌گیری نادرست است. گویی اوتسوکا چنین مقدمه‌چینی و نتیجه‌گیری کرده است:

- مقدمه ۱: اساس مدل‌گزینی، محاسبه چند شاخص (مانند ملاک اطلاع آکائیکه) است؛
- مقدمه ۲: تکیه بر ملاک‌هایی مانند شاخص اطلاع آکائیکه، یعنی عمل‌گرا بودن (یا ابزارگرا بودن).

- نتیجه: رویکرد مدل‌گزینی که عمل‌گرا و ابزارگرا است، با روش‌های استنباط آماری فراوانی‌گرا و بیزگرا، در هستی‌شناسی و معرفت‌شناسی تفاوت بنیادین دارند.

از دید نگارنده، هر دو مقدمه ۱ و ۲ محل تأمل و تردید است. نخست اینکه مدل‌گزینی، تنها بر محاسبه یکی دو شاخص استوار نیست. چنان‌که در بالا اشاره کردیم، دست‌یابی به مدل بهینه آماری، مستلزم چندین مرحله و از جمله انجام دادن آزمون‌های آماری است. این شیوه در انواع مدل‌سازی‌های

رگرسیون، طرح‌های آزمایشی، سری‌های زمانی و مدل‌های ساختاری رایج است. مقدمه ۲ نیز محل تردید است. آیا به‌کارگیری چند شاخص در انتخاب یک مدل، یعنی پیروی از فلسفه عمل‌گرایی و ابزارگرایی؟ اگر چنین است، در ارزیابی فرضیه‌ها در رویکرد بیز از عامل بیز (فاکتور بیز) و در کلان‌الگوی شواهدی، از نسبت درست‌نمایی و بازه‌های درست‌نمایی استفاده می‌شود؛ در آزمون‌گری فراوانی‌گرایانه از احتمال ارتکاب خطای نوع اول و مقدار توان آزمون؛ در نظریه تصمیم بیزی از ریسک بیز پسین؛ و در ارزیابی جدول‌های توافقی، از ضریب‌های توافق (پیوند) استفاده می‌شود. کوتاه‌سخن اینکه در مباحث گوناگون آماری، انواع شاخص‌های عددی در ارزیابی‌های آماری به‌کار گرفته می‌شوند. آیا طبق استدلال اوتسوکا، باید همه این روش‌ها را دلالت‌کننده بر هستی‌شناسی عمل‌گرا و پیروی از فلسفه عمل‌گرایی دانست؟ اگر نه، پس مرز تمایز عمل‌گرایی و غیر آن، بر پایه میزان به‌کارگیری شاخص‌های عددی در ارزیابی یک مدل یا یک فرضیه، چیست؟ و اگر آری، پس این همه بحث درباره تمایز رویکرد مدل‌گزینی با کلان‌الگوهای دیگر از نظر عمل‌گرایی بیهوده می‌نماید.

## ۵ چند نکته دیگر درباره مطالب کتاب

**نکته اول** نویسنده خیلی جاها بحث را به پُرگویی کشانده است. در بخش‌هایی نیز برخی مطالب تکرار می‌شوند. به نظر می‌رسد که می‌توان حدود یک‌سوم از مطالب کتاب را بدون خدشه به روال منطقی مطالب، کوتاه کرد. در برخی بخش‌ها نیز حاشیه‌روی‌هایی صورت گرفته که باعث شده است که در آن بخش‌ها، سرنخ مطالب گم شود؛ بهتر بود مطالب حاشیه‌ای را با عنوان‌های فرعی جدا می‌کرد. نمونه‌هایی از پُرگویی یا حاشیه‌روی، بخش‌های ۴۰۲، ۱۰۲، ۱۰۴، ۲۰۴ و ۱۰۶ هستند.

**نکته دوم** بیزگرایی و فراوانی‌گرایی، دو کلان‌الگو و به سخنی دیگر، دو مکتب فکری هستند، ولی مدل‌گزینی و یادگیری عمیق دو شیوه با هدف دست‌یابی به برخی مقاصد خاص در برخی مسائل خاص (برازش مدل و پیشگویی) هستند. در کنار هم گذاشتن دو کلان‌الگو و دو شیوه انتخاب مدل و آنگاه سنجش آنها با یکدیگر، موجه نمی‌نماید. شاید از همین روی باشد که اوتسوکا در بحث از مدل‌گزینی، سخنی جدی درباره معرفت‌شناسی مدل‌گزینی ندارد و در بحث از یادگیری عمیق، سخنی از هستی‌شناسی یادگیری عمیق به میان نمی‌آورد، زیرا از اساس، مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، دو رویکرد یا دو شیوه هستند و نه دو الگوواره. افزون بر این که درباره معناشناسی این دو رویکرد نیز مطلب چندانی ندارد و تنها برخی کلی‌گویی‌ها در فصل ششم مطرح شده است.

**نکته سوم** در پیوند با نکته دوم بالا، آمار هم در چارچوب بیزی و هم در قالب فراوانی‌گرایی و هم در الگواره استنباط شواهدی - که در کتاب مغفول مانده است - به‌واقع یک علم است. ولی چنین می‌نماید که شبکه‌های عصبی مصنوعی، آمیخته‌ای از علم و فناوری است؛ همان‌گونه که پزشکی علم است ولی فیزیوتراپی آمیخته‌ای از علم و فناوری است. اوتسوکا علم آمار و علم-فناوری شبکه‌های عصبی مصنوعی را کنار هم گذاشته و با ملاک‌های یکسان، به داوری نشست است. این کار از اساس محل تأمل و تردید است. علم و فناوری دو مقوله هستند که بررسی آنها ملاک‌های جداگانه‌ای دارد. اگر این نکته را بپذیریم، داوری درباره مقایسه بین چهار الگواره و رویکرد بیزگرایی، فراوانی‌گرایی، مدل‌گزینی و یادگیری عمیق، دشوار می‌شود.

**نکته چهارم** در بخش ۴.۲.۴، صفحه ۱۱۹، هنگام توضیح درباره مدل‌سازی رگرسیونی، این عبارت آمده است: «... فرض می‌کنیم تأثیر متغیر  $X_2$  بسیار کمتر از  $X_1$  است به طوری که  $\beta_2 = 0 \gg \beta_1$ ». در اینجا اشتباهی در تفسیر ضرایب مدل‌های رگرسیونی رخ داده است: گویا کوچک بودن ضریب یک متغیر در مدل رگرسیونی، معادل با کم‌اثر بودن آن و نزدیک صفر بودن ضریب یک متغیر، معادل با معنادار نبودن متغیر مربوط در مدل، انگاشته شده است که چنین نیست. کوچک بودن یا نزدیک صفر بودن ضریب هر متغیر، به معنای بی‌تأثیر یا کم‌اثر بودن آن متغیر نیست. در هر مورد، باید آزمون آماری معناداری متغیر (برابر صفر بودن ضریب) را انجام داد که در این آزمون، مقدار انحراف‌معیار برآورد نیز لحاظ می‌شود. بنابراین ممکن است ضریب یک متغیر خیلی کوچک باشد ولی - با توجه به انحراف‌معیار برآورد - مقدار آماره آزمون، بزرگ و بنابراین وجود آن متغیر در مدل، معنادار باشد. در مثال طرح‌شده در کتاب، ممکن است مقدار  $\beta_1$  بسیار بزرگتر از مقدار  $\beta_2$  باشد (حتی با  $\beta_2$  ای نزدیک صفر) ولی تأثیر متغیر  $X_2$  بیشتر از تأثیر متغیر  $X_1$  باشد.

**نکته پنجم** در صفحه ۹۶ کتاب گفته شده است: «در کاربردهای عملی آزمون‌های آماری، استفاده از پی-مقدار پایین به‌عنوان یک برهان آماری سراسر برای فرضیه مقابل، امری متداول است.» این گفته به دو دلیل، درست نیست. نخست اینکه از پی-مقدار در ارزیابی فرضیه صفر و نه در ارزیابی فرضیه مقابل، استفاده می‌شود. دوم اینکه پی-مقدار بزرگ یا کوچک، برهانی بر درستی یا نادرستی فرضیه صفر نیست، بلکه بیانگر سازگاری یا ناسازگاری شواهد نمونه، با فرضیه صفر است؛ همین! البته برخی دچار اشتباه استفاده از پی-مقدار در ارزیابی فرضیه مقابل می‌شوند، ولی این کار از سوی آماردانان انجام نمی‌شود و از سوی غیرمتخصصان نیز امری متداول نیست.

پایه یکی از مدعاهای اصلی کتاب، دو مقدمه و یک نتیجه به شرح زیر است:

- مقدمه ۱: استنباط آماری تلاش می‌کند تا با مشاهده آنچه داده شده، به گُنه آنچه داده نشده پی ببرد؛ (ص ۱۸۳)
- مقدمه ۲: استنباط از روی داده شده به گُنه داده نشده، شدنی نیست.
- نتیجه: استنباط آماری دارای یک مشکل اساسی در بطن خود است.

این استدلال به نظر نامعتبر است، زیرا مقدمه ۱ درست نمی‌نماید. گمان ندارم که هیچ آماردانی مدعی باشد که می‌خواهد از روی داده‌های مشاهده شده، به گُنه داده‌های مشاهده نشده پی ببرد. برای مثال، در مسائل آزمون‌گری در کلان‌الگوی فراوانی‌گرا، هدف تأیید یا رد یک فرضیه در پرتو مشاهدات است؛ در بیزگرایی، هدف اصلاح باور و در کلان‌الگوی شواهدی، تعیین قوت شواهد مبتنی بر داده‌ها له یا علیه یک فرضیه است. هیچ‌یک از این کلان‌الگوها ادعای دستیابی به گُنه حقیقت ندارند.

**نکته ششم** در صفحه ۱۶ آمده است: «در حالی که آمار توصیفی، اختصاص به خلاصه کردن داده‌های مشاهده شده دارد، آمار استنباطی، هنر استنباط کردن و برآورد کردن پدیده‌های مشاهده نشده است.» این سخن، مقرون به صحت نیست. باید گفت همان‌گونه که نویسنده در پایان بخش ۲.۱.۱ اشاره‌هایی کرده است، هدف از آمار توصیفی و روش‌های آمار توصیفی، تنها خلاصه کردن داده‌ها نیست. در آمار توصیفی، افزون بر خلاصه‌سازی، با موضوع‌هایی مانند طبقه‌بندی داده‌ها، بررسی انواع همبستگی (بدون ورود به تحلیل‌های استنباطی درباره همبستگی)، دیداری‌سازی داده‌ها، تشخیص داده‌های پرت، اکتشاف الگو و سرانجام واکاوی اینکه چه چیزی اتفاق افتاده است و توصیف جامعه بر پایه نتایج این بررسی‌ها سروکار داریم.

**نکته هفتم** برخی فصل‌ها خلاصه ندارند (فصل‌های ۱ و ۴ و ۵ و ۶) و در پایان برخی فصل‌ها، خلاصه فصل آمده است (فصل‌های ۲ و ۳). در آن فصل‌هایی که خلاصه دارند، خلاصه‌ها آگاهی‌بخش و روشن تدوین نشده‌اند. بهتر بود همه فصل‌ها خلاصه داشته باشند و در آنها مهم‌ترین مطالب و مهم‌ترین نتیجه‌های فصل به صورت روشن و جدا جدا بیان شوند.

## ۶ درباره ترجمه

کتاب اندیشیدن درباره آمار شامل مطالبی چندرشته‌ای مانند فلسفه، آمار، فلسفه علم، منطق، احتمال، تاریخ، یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی مصنوعی است. به راستی ترجمه چنین متنی دشوار است. افزون بر اینکه نویسنده کتاب گاه ادیبانه نیز سخن گفته است. با این همه، مترجم محترم

به‌شایستگی ترجمه‌ای دقیق از کتاب ارائه کرده است. ترجمه‌ای که وفادار به متن است. گفتنی است که ترجمه متون توصیفی-تحلیلی در زمینه ریاضی و آمار بسیار دشوارتر از متون تخصصی است و آقای دکتر وحیدی اصل به‌خوبی از پس این کار برآمده است.<sup>۱</sup> با این همه، ضمن احترام به آقای دکتر وحیدی اصل که در کار ترجمه هم تقدم فضل دارند و هم فضل تقدم، نکته‌هایی را یادآور می‌شوم.

(۱) ویرایش: به‌نظر می‌رسد که ترجمه این کتاب به ویراستاری سراسری نیاز دارد. به‌ویژه بازنویسی ساده‌تر برخی جمله‌ها به روان شدن متن و درک مطالب کمک خواهد کرد. در کار ترجمه، مترجم باید بین دو ملاک، هماهنگی برقرار کند: وفاداری به متن و روانی ترجمه. گاهی برقراری این هماهنگی بسیار دشوار است. گویا مترجم کتاب اندیشیدن درباره آمار بیشتر سوی وفاداری به متن را برگزیده است. این کار باعث شده است که متن ترجمه، خیلی جاها از روانی و شیوایی دور شود. گاه حذف یک کلمه از متن اصلی یا افزودن یک کلمه به آن یا جایگزینی یک واژه رایج‌تر به جای واژه اصلی، به روانی و شیوایی ترجمه منجر می‌شود؛ هرچند اندکی از وفاداری دور شویم. به بیان دو نمونه بسنده می‌کنیم: «... تفسیر فراوانی‌گرا هرگونه صحبت در مورد 'احتمال یک فرضیه' را به‌عنوان فاقد معنا منع می‌کند.» (صفحه ۷۹)

• **پیشنهاد:** «... تفسیر فراوانی‌گرا، 'احتمال یک فرضیه' را بی‌معنا می‌داند و بنابراین هر گونه صحبت درباره آن را منع می‌کند.»

• «یک گراف می‌تواند به‌صورت دیداری نشان دهد که کدام متغیرها به‌طور علی با کدام یک اتصال دارند.» (صفحه ۱۶۳)

• **پیشنهاد:** «یک گراف به‌صورت دیداری نشان می‌دهد که کدام متغیرها به‌طور علی با کدام یک اتصال دارند.»

(۲) عربی یا فارسی: مترجم محترم در بسیاری جاها واژه‌های فارسی سره را به‌کار برده است که بسیار ارزشمند است. حتی به نظر می‌رسد برخی از این واژه‌های فارسی سره برای نخستین بار در این کتاب پیشنهاد شده‌اند. در همین حال، جای شگفتی است که در خیلی جاها از واژه‌های عربی استفاده شده است که برابر نهاده فارسی (یا دست‌کم فارسی‌تر) دارند. چند

۱. ترجمه دکتر وحیدی اصل از کتاب اندیشیدن درباره آمار یادآور ترجمه ایشان از کتاب آشنایی با تاریخ ریاضیات (اثر هاورد ایوز) [۲] است. از دید نگارنده این سطرها، این اثر، شاهکاری در تألیف یک کتاب آموزشی-پژوهشی (به‌طور عام، و در رشته ریاضی به‌طور خاص) و شاهکاری در ترجمه شیوای وفادار به متن است. ترجمه کتاب آشنایی با تاریخ ریاضیات بر تارک ترجمه‌های دکتر وحیدی اصل قرار دارد.

نمونه را اشاره می‌کنیم: آخر الامر (پیشنهاد: سرانجام/در پایان/در پایان کار)، بین‌الذنهانی (پیشنهاد: بین ذهنی/بینادذهنی)، ماقبل‌التجربی (پیش‌تجربی/پیشاتجربی/پیش‌از تجربه)، لبّ مطلب (پیشنهاد: جان کلام/جان مطلب)، الی غیرالنهایه (پیشنهاد: تا بی‌نهایت/به‌طور نامتناهی). همچنین واژه test در متن‌های آماری فارسی، به «آزمون» ترجمه شده است، ولی واژه testing به سه صورت آزمون، آزمون‌کردن و آزمون‌سازی ترجمه شده است. با این همه، به نظر می‌رسد که در برخی عبارات‌ها واژه آزمون‌گری (کم و بیش هم‌ارز با آزمون‌کردن) بهتر مفهوم testing را در آن عبارت می‌رساند. برای نمونه، در ترجمه عنوان بخش ۳.۲ کتاب<sup>۱</sup> عبارت «نظریه‌های آزمون‌گری» بهتر از «نظریه‌های آزمون» است، زیرا در این عبارت، منظور یک آزمون خاص نیست، بلکه عمل آزمون و رویه انجام دادن آزمون آماری است. با این وصف، عنوان بخش ۳.۲.۲ بهتر است این باشد: «منطق آزمون‌گری آماری». عنوان بخش ۳.۳.۱ نیز بهتر است به جای «آزمون‌کردن به‌منزله رفتار استقرایی» بشود: «آزمون‌گری به‌منزله رفتار استقرایی»

## ۷ درباره‌ی واژه پارادایم

گرچه بحث درباره‌ی واژه «پارادایم» به بحث بخش قبلی باز می‌گردد، چون واژه پارادایم از واژه‌های پُرکاربرد در کتاب و همچنین در رشته‌های گوناگون علمی است و اتفاق‌نظر درباره‌ی برابرنهاده آن وجود ندارد، در این بخش، به‌کوتاهی در این باره و درباره‌ی چندین برابرنهاده در زبان فارسی که برای این واژه پیشنهاد و هریک کم‌وبیش رایج شده است، بحث می‌کنیم. گفتنی است که گویا واژه پارادایم پس از به‌کارگیری آن توسط تامس کوهن،<sup>۲</sup> فیلسوف و مورخ علم، در اثر نامدارش با عنوان ساختار انقلاب‌های علمی [۱۱]، رایج شد. بنا بر گفته کوهن، مقصود وی از پارادایم در هر رشته، مجموعه دستاوردهای علمی است که به‌صورت عمومی پذیرفته شده‌اند و برای مدتی از سوی پژوهش‌گران، به‌عنوان مدلی برای حل مسائل رشته مزبور به‌کار گرفته می‌شوند [۱۱، ص ۲۳].

الگوواره. مترجم محترم، واژه الگوواره را برابرنهاده پارادایم به‌کار برده است که از واژه «الگو» و پسوند اسم‌ساز «واره» ساخته شده است. این واژه دو کاستی دارد. یکی اینکه پارادایم به الگوی جامع اشاره دارد و نه فقط به الگو. دوم اینکه پسوند «واره»، مفهوم شباهت را به ذهن متبادر می‌کند در حالی که در مفهوم پارادایم چنین معنایی نهفته نیست.

کلان الگو. در [۳] مترجمان از واژهٔ کلان‌الگو به‌عنوان برابرنهاد پارادایم استفاده کرده‌اند. از دید آنها پارادایم به الگویی بزرگ گفته می‌شود که خود شامل چندین الگوی فرعی یا جزئی است و این الگوها در الگویی کلی به‌صورت هماهنگ و تنیده مرتبط هستند.

الگوی فکری. این عبارت نیز در برخی متن‌ها، برابرنهاد پارادایم گرفته شده است. از جمله مرحوم دکتر محمدرضا مشکانی در ترجمهٔ کتاب نظریه‌های فلسفی احتمال، از معادل فارسی «الگوی فکری» در ترجمهٔ پارادایم استفاده کرده است. در ترجمهٔ کتاب شواهد آماری [۷] نیز از همین برابرنهاد استفاده شده است. واژهٔ دیگری که مانند این واژه است و گاهی به‌جای پارادایم به‌کار می‌رود، «چارچوب فکری» است.

مکتب فکری. کم‌وبیش مقصود از پارادایم را می‌رساند، ولی هر دو واژهٔ آن عربی است. وانگهی، مفهوم الگو بودن که جان کلام در واژهٔ پارادایم است، در آن دیده نمی‌شود.

اندیشگان. واژهٔ «اندیشگان» نیز از پسوند «گان» به‌معنای مجموعه تشکیل شده است و به‌معنای مجموعه‌ای از اندیشه‌ها است. در برخی متن‌ها، این واژه در ترجمهٔ پارادایم به‌کار برده شده است.

پردوختار. مرحوم دکتر کامبیز بدیع (استاد پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات) بر این باور بود که مناسب‌ترین برابرنهاد فارسی برای پارادایم، واژهٔ «پردوختار» است. ایشان — در دو گفت‌وگویی طولانی که دربارهٔ واژهٔ پارادایم و واژهٔ درست‌نمایی در پاییز ۱۴۰۲ داشتیم — بیان داشتند که پارادایم در واقع عبارت است از چند الگوی فکری که در چارچوبی کلی به‌هم دوخته شده‌اند (نقل به مضمون). به این دلیل، ایشان واژهٔ زیبای «پردوختار» را برابرنهاد مناسب و دقیق برای پارادایم می‌دانستند.

سپاسگزاری از نویسنده کتاب، جون اوتسوکا، سپاسگزارم که طی چند مکاتبه، به ابهام‌های من دربارهٔ برخی مطالب کتاب پاسخ دادند. از مترجم محترم که مشوق این‌جانب در معرفی و نقد کتاب بودند قدردانی می‌کنم. از استاد سیامک نوربلوچی (دانشگاه مینه‌سوتا، دانشکدهٔ پزشکی) و دکتر مهدی عاشوری (دانشگاه فرهنگیان، گروه علوم تربیتی) که گفت‌وگوهایی سازنده با ایشان دربارهٔ متن فعلی داشتم و از دکتر علی دولتی (دانشگاه یزد، گروه آمار) که متن نخستین این یادداشت را خواندند و نکته‌هایی ارزنده در بهبود آن پیشنهاد دادند تشکر می‌کنم.

## مراجع

[۱] الستی، کیوان؛ کرباسی‌زاده، امیر احسان، طبیعی بودن انواع و قوانین طبیعت، پژوهش‌های فلسفی کلامی، ۱۳

- [۲] ایوز، ه.، آشنایی با تاریخ ریاضیات، دو جلد، ترجمه محمدقاسم وحیدی اصل، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۰.
- [۳] برگر، جی؛ وول پرت، آر.، اصل درست‌نمایی، ترجمه سیامک نوریلوچی و سید محمود طاهری، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۴۰۲.
- [۴] چالمرز، ای. اف.، چستی علم، درآمدی بر مکاتب علم‌شناسی فلسفی، ترجمه سعید زیباکلام، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۷۸.
- [۵] چینی‌پرداز، رحیم، تاریخ آمار و احتمال، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ۱۴۰۲.
- [۶] خزاعی، زهرا، معرفت‌شناسی فضیلت، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۹۴.
- [۷] رویال، آر. ام.، شواهد آماری، رویکردی مبتنی بر درست‌نمایی، ترجمه ناصررضا ارقامی و سید محمود طاهری، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۷.
- [۸] طاهری، سید محمود، جایگاه استنباط شواهدی در فلسفه آمار، در گزارش نخستین سمینار استنباط شواهدی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۸، ۳-۱۰.
- [۹] طاهری، سید محمود، سه دوگانه درباره ارتباط میان احتمال و آمار، در پانزدهمین کنفرانس آمار ایران، دانشگاه یزد، ۱۳۹۹.
- [۱۰] عاشوری، محمد؛ طاهری، سید محمود، بازنمایی مدل‌های آماری: دو رویکرد نگاشتی و استنباطی، مجله فلسفه علم، ۶ (۱۳۹۵)، شماره ۲، ۶۵-۸۴.
- [۱۱] کوهن، تی.، ساختار انقلاب‌های علمی، ترجمه سعید زیباکلام، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۹.
- [۱۲] گیلینز، دی.، نظریه‌های فلسفی احتمال، ترجمه محمدرضا مشکانی، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۶.
- [۱۳] لیدینن، جی.، فلسفه علم، ترجمه حسین کرمی، انتشارات حکمت، تهران، ۱۳۹۰.
- [۱۴] وحیدی اصل، محمدقاسم، تاریخ آمار، انتشارات مبتکران، تهران، ۱۴۰۰.

[15] Ahmad, R., Johansson, P., Schultzberg, M., Is Fisher inference inferior to Neyman inference for policy analysis?, *Statistical Papers*, 65 (2024), 3425-3445.

[16] Eagle, A., *Probability and Inductive Logic*, Cambridge University Press, Cambridge, 2024.

[17] Sober, E., *Evidence and Evolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 2008.

[18] Sober, E., Thoughts on Jun Otsuka's thinking about statistics – the philosophical foundations, *Asian Journal of Philosophy*, 3 (2024), article no.: 37.

## A Review of "Thinking About Statistics: The Philosophical Foundations"

S. M. Taheri<sup>1</sup>

School of Engineering Science, College of Engineering, University of Tehran, Iran

**Abstract.** Philosophical foundations of statistics, especially the epistemology of statistical inference, have been of interest to philosophers of science for several decades. With the rise of what is called data science, this issue has been addressed more. The book "Thinking About Statistics – The Philosophical Foundations" is a book written by one of the researchers in the philosophy of science who also has an education in statistics, and it was recently translated and published in Persian. In this note, the content of this book is reviewed and some of its topics are briefly reviewed and criticized. The highlights of the book and its shortcomings are also explained. There are also some points about the translation of the book.

---

*Keywords:* philosophy of statistics, epistemology, induction, Bayesianism, frequentism

*Article history:* Received 13 July 2024; Accepted 19 February 2025

*Article type:* book review

---