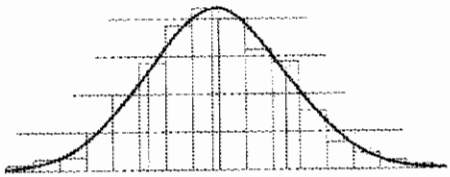


الفصل

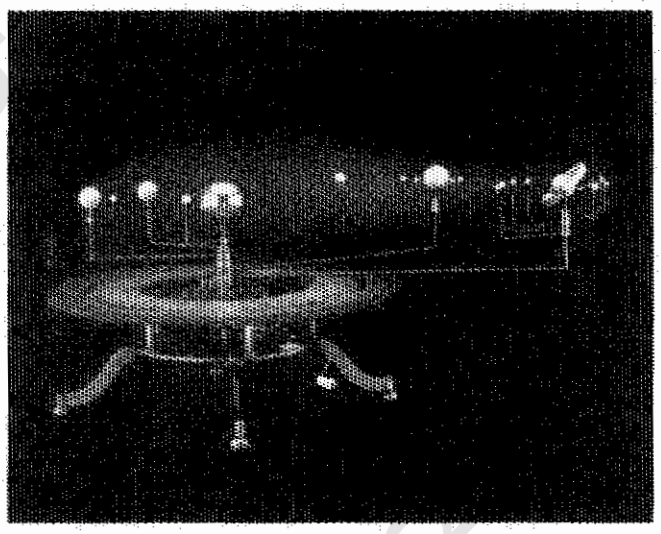
29

التمثال ذو الأقدام الطينية

نشر توماس كون Thomas Kuhn من جامعة شيكاغو سنة 1962، كتاباً بعنوان بنية الثورات العلمية The Structure of Scientific Revolutions. كان لهذا الكتاب الأثر العميق على نظرة الفلاسفة وأصحاب المهن للعلوم. أشار كون إلى أن الحقيقة معقدة إلى أبعد الحدود، ولا يمكن وصفها تماماً بالنموذج العلمي المنظم. وتقدم بالقول بأن العلوم تحاول إنتاج نماذج للحقيقة بحيث تلائم البيانات المتوفرة، ولها فائدة في توقع نتائج التجربة الجديدة. وبما أنه لا يوجد نموذج حقيقي تماماً، ويبدو أن تجميع البيانات يتطلب بعض التعديلات للنموذج ليصبح صحيحاً للاكتشافات الجديدة. وبذلك يصبح النموذج أكثر تعقيداً، مع بعض الاستثناءات الخاصة، والتراكمات البديهية غير المحتملة. يصبح النموذج في آخر الأمر غير

obeikandl.com

وافٍ للغرض. يأتي عندها المفكرون المبتكرون بنموذج مختلف تماماً، صانعين ثورة في العلوم.



جهاز الـ orrery، وهو جهاز يمثل حركة الكواكب حول الشمس

كانت الثورة الإحصائية مثالاً لتبادل النماذج. وحسب النظرة الحتمية للعلوم في القرن التاسع عشر، قامت فيزياء نيوتن بالوصف الفعّال لحركة الكواكب والأقمار والكواكب الصغيرة والمذنبات – بانية وصفها على القوانين القليلة والمعرّفة جيداً للحركة والجاذبية. تحقق بعض النجاح في إيجاد بعض قوانين الكيمياء، واعتُبر قانون داروين في الاختيار الطبيعي بداية جيدة لفهم نظرية التطور. كما أُجريت محاولات للتوسع في البحث عن القوانين العلمية، حتى في عالم علم الاجتماع والعلوم السياسية وعلم النفس. كان يُعتقد في ذلك الوقت أن المشكلة

الأساسية في إيجاد هذه القوانين تكمن في عدم دقة القياسات.

قام بعض علماء الرياضيات في بداية القرن التاسع عشر، مثل بيير سيمون لابلاس بتطوير فكرة القياسات الفلكية التي تضمنت بعض الأخطاء، في الغالب بسبب الأحوال الفلكية، أو بسبب تعرض المراقبين للأخطاء البشرية. لقد فتح الأبواب أمام الثورة الإحصائية حيث افترض أن لهذه الأخطاء توزيعاً احتمالياً. وكان هذا حسب رؤية توماس كون، تعديلاً ضرورياً لآلية الكون من قبل البيانات الجديدة. شارك البلجيكي متعدد الثقافات لامبرت أدولف جاك كويتلت Lambert Adolphe Jacques Quetelet في الثورة الإحصائية، بأن افترض أن قوانين سلوك البشر ترجيحية في طبيعتها. لم يكن لديه اتجاه كارل بيرسون متعدد المتغيرات، ولم يكن مدركاً للحاجة إلى أساليب الحساب القصوى، فكانت أساليبه سخيفة إلى أبعد الحدود.

انهار أخيراً الاتجاه المحدد للعلوم لأن الاختلاف بين النماذج أصبح أكيداً، وأصبحت المشاهدة أفضل بسبب المقاييس الدقيقة. أظهرت المقاييس الأكثر دقة تغيرات أكثر، بدلاً من إلغاء الأخطاء التي كان يعتقد لابلاس، أنها أثرت في القدرة على مشاهدة حركة الكواكب الحقيقية. باتت عندها المادة العلمية مستعدة لقدوم كارل بيرسون ولتوزيعاته للمتغيرات.

أوضحت الفصول السابقة من هذا الكتاب، كيف سيطرت ثورة بيرسون الإحصائية على كل العلوم الحديثة. وبالرغم من

الحتمية الواضحة للأحياء الدقيقة، حيث تم اكتشاف كيفية تأثير الجينات على الخلايا لتنتج بروتينات خاصة، فإن البيانات الحقيقية لهذه العلوم مليئة بالعشوائية، والجينات في الحقيقة، هي متغيرات لتوزيعات تلك النتائج. وتبدو آثار الأدوية الحديثة على وظائف الجسم، والتي تسبب فيها جرعات من ملليغرام واحد أو اثنين تغيرات عميقة في ضغط الدم، وفي الاضطرابات العصبية النفسية، تبدو هذه الآثار واضحة. بيد أنه تم تصميم وتحليل الدراسات المتعلقة بالعقاقير، والتي تثبت هذه الآثار حسب احتمالية التوزيعات، فالآثار هي متغيرات لهذه التوزيعات.

ونجد الشيء نفسه في الأساليب الإحصائية المتعلقة بالاقتصاد، فهي تُستخدم لتضع نموذجاً للنشاط الاقتصادي لأمة أو لشركة. وتصف ميكانيكا الكم الجزيئات دون الذرية، والتي نعرفها كإليكترونات وبروتونات على أنها توزيعات احتمالية. ويشتق علماء الاجتماع خلاصة المجاميع الهامة للمعدلات والمأخوذة من السكان لوصف ردود أفعالهم، ولكن فقط تبعاً للتوزيعات الاحتمالية. إن استعمال النماذج الإحصائية في كثير من هذه العلوم، هو جزء من منهجية هذه العلوم يتحدث فيها عن توزيعات المتغيرات على أنها حقيقة، ممكن قياسها. تختفي التكتلات المشكوك فيها في القياسات المستقلة والمتغيرة، والتي تشكل نقطة البداية لهذه العلوم في العمليات الحسابية، ويتم تقرير هذه العمليات الحسابية تبعاً للمتغيرات التي لا يمكن مشاهدتها مباشرة.

يفقد الإحصائيون زمام الأمور

كانت الثورة الإحصائية متأصلة في العلوم الحديثة لدرجة فقد الإحصائيون فيها زمام الأمور. طور أخصائي الجينات الدقيقة العمليات الحسابية الاحتمالية بشكل مستقل عن كل ما كتب في الإحصاء الرياضية. انبثق المفهوم الجديد للمعلومات العلمية من قدرة الكمبيوتر على تجميع كميات كبيرة من البيانات، ومن الحاجة للاستفادة من الكميات الهائلة من المعلومات الموجودة في المكتبات. ونادراً ما كان يذكر في المقالات الموجودة في مجلات المعلومات العلمية الجديدة أعمال الإحصائيين الرياضيين. وتم اكتشاف كثير من تكنولوجيا التحليلات التي تم فحصها منذ سنوات في البيومتريكا، أو في سجلات الإحصاء الرياضية مجدداً. وأنتجت تطبيقات النماذج الإحصائية لأسئلة السياسة العامة مفهوماً جديداً يدعى «تحليلات المجازفة»، وتعمدت مجلات تحليلات المجازفة إهمال أعمال الإحصائيين الرياضيين.

يجب أن تحتوي جداول نتائج المجلات العلمية حالياً، وفي كل الفروع على بعض القياسات الإحصائية المشكوك فيها والمصاحبة للنتائج النهائية، وتدرس أساليب تحليلات الإحصاء القياسية في الجامعات كجزء من مواد التخرج لهذه العلوم، من غير تدخل قسم الإحصاء الذي قد يوجد في مثل هذه الجامعات.

لم تمتد الثورة العلمية إلى معظم العلوم فقط عند اكتشاف كارل بيرسون، ومنذ أكثر من مئة عام للتوزيعات المخالفة، بل انتشرت كثير من أفكارها في الحضارة العامة. فلم يعلن مذيع التلفزيون أن الدراسات الطبية قد أثبتت أن التدخين السلبي «يضاعف احتمال الإصابة بالسرطان» بين غير المدخنين، يعتقد غالباً كل من سمع الإعلان أنه فهم المقصود منه. وعندما يصرح التصويت أن نسبة 65٪ من الشعب يعتقدون أن الرئيس يقوم بدوره بنجاح، مع زيادة أو نقصان نسبة 3٪ ، يعتقد معظمنا أننا فهمنا نسبة 65٪ ونسبة 3٪. وعند توقع خبير الأرصاد نسبة 95٪ لاحتمال هطول الأمطار في الغد، سيأخذ معظمنا مظلته معه.

كان للثورة الإحصائية الأثر الشديد على الرأي العام وعلى الحضارة، أكثر من مجرد تبادل الاحتمالات والنسب كما لو أننا فهمنا المعنى المقصود. نحن نرضى بالنتائج النهائية للتجربات العلمية المبنية على حساب المتغيرات، حتى لو لم تتفق القياسات الحقيقية تماماً مع النتائج النهائية. نحن نرغب في صنع السياسة العامة وفي تنظيم خططنا الشخصية مستخدمين معدلات أحجام البيانات. ونسلم أيضاً أن تجميع البيانات في حالات الموت والولادة، ليس فقط الطريقة الملائمة بل والضرورية كذلك، ولا نخاف من إثارة غضب الآلهة عند عد البشر. كما نستخدم على النطاق اللغوي، كلمات مثل الربط ومترابط، وكأنها تعني شيئاً نعتقد أننا نفهم معناه.

إن هذا الكتاب محاولة لشرح بعض ما تعنيه الثورة الإحصائية للعامة من غير علماء الرياضيات. حاولت شرح الأفكار الأساسية خلف هذه الثورة، وكيف تبنتها أعداد من المجالات العلمية المختلفة، وكيف سيطرت في آخر الأمر على كل العلوم. وحاولت تفسير بعض النماذج الرياضية بكلمات وأمثلة يسهل فهمها من غير تكبد عناء فهم نظام الرموز الرياضية التجريدية.

هل أتمت الثورة الإحصائية مهمتها؟

إن العالم «الخارجي» هو عالم معقد إلى أبعد الحدود، مليء بالأحاسيس والأحداث والشغب. وأوافق مع توماس كون، أنني لا أستطيع أن أصدق كيف يقدر العقل البشري على تنظيم بنية فكرية، تستطيع وصف ما يحدث في العالم الخارجي حقاً. تحتوي كل المحاولات التي تمت لفعل ذلك على الكثير من الأخطاء الرئيسية. ولكن هذه الأخطاء في آخر الأمر، ستتضح لضرورة التعديل المستمر في النماذج العلمية والتكنولوجية النهائية، للوصول إلى نماذج أكثر دقة. بإمكاننا توقع استمرار الثورة الإحصائية لتكمل دورتها إلى أن يتم استبدالها بشيء آخر.

من المنصف أن أنهي هذا الكتاب ببعض المناقشات للمسائل الفلسفية، التي دخلت على هيئة أساليب إحصائية، وتوسعت في عدة مجالات من السلوك الإنساني. سيكون ما يتبع مغامرة في علم الفلسفة. قد يتساءل القارئ ما شأن الفلسفة

بالعلوم والحياة الواقعية. سيكون جوابي أن الفلسفة ليست مجرد تدريبات سرية أكاديمية قام بها رجال سموا بالفلاسفة. لكن تنظر الفلسفة إلى الفرضيات الضمنية خلف الأفكار والأنشطة الثقافية اليومية. والنظرة العالمية، كما تعلمنا من حضارتنا، محاطة بالفرضيات المصقولة. وقليل منا من يدركها. تمكننا دراسة الفلسفة من كشف هذه الفرضيات وإثبات فعاليتها.

قمت بتدريس دورة في قسم الرياضيات في جامعة كونيكتيكت Connecticut College. كان للدورة اسم رسمي، ولكن أعضاء القسم أطلقوا عليها «رياضيات الشعراء». لقد كانت عبارة عن فصل دراسي واحد، لتعريف طلاب الفنون الحرة بأفكار الرياضيات الأساسية. قمت في بداية الفصل، بتقديم الطلاب للـ Ars Magna الخاصة بجيرولامو كاردانو Girolamo Cardano، وهو العالم الرياضي الإيطالي من القرن السادس عشر. وتحتوي الـ Ars Magna على الوصف الأول الذي نُشر للأساليب الجبرية المنبثقة. يكتب كاردانو في مقدمة الكتاب أن مادة الجبر هذه ليست جديدة. يقول ملمحاً، بأنه ليس أحمق أو مغفلا. فهو مُدرك كيف تتناقص المعرفة منذ هبوط الإنسان إلى الأرض، وكيف تفوق معرفة أرسطو معرفة كل من عاش في زمن كاردانو. كان مدركاً أنه لن تكون هناك معرفة جديدة. من ناحية أخرى، وتبعاً لجهله، لم يكن قادراً على إيجاد مرجع لفكرة معينة عند أرسطو، ولذلك قدم لقرائه هذه الفكرة، والتي تبدو جديدة. كان متأكداً من أن بعض القراء

ذوي المعرفة الواسعة سيتمكنون من تحديد، مكان الفكرة في كتب القدامى، وفي واقع الأمر، من الممكن إيجاد هذه الفكرة التي بدت جديدة.

انبهر الطلاب الذين في فصلي، والذين نشأوا في بيئة حضارية لا تعتقد بإمكانية إيجاد الأمور المستحدثة فحسب، بل التي تشجع الابتكار فعلاً. يا له من أمر غبي! كما أشرت لهم بأن تكون النظرة الأوروبية العالمية في القرن السادس عشر مقيدة بفرضيات فلسفية أصولية. والجزء الهام من هذه النظرة العالمية كانت فكرة سقوط الإنسان، والتأخر المستمر الذي تلاه في عالم الأخلاق والمعرفة والصناعة وفي كل الأمور. هذه الحقيقة كانت معروفة، لدرجة كان من النادر حتى توضيحها.

سألت الطلبة عن الفرضيات الضمنية لرؤيتهم العالمية التي قد تبدو سخيفة للطلاب بعد 500 سنة من الآن. لم يستطيعوا إيجاد واحدة.

وبانتشار الأفكار السطحية للثورة الإحصائية في الحضارة الحديثة، وبزيادة عدد الأشخاص الذين آمنوا بالحقائق الإحصائية من غير التفكير بفرضياتها الضمنية، فلننظر إلى ثلاث مسائل فلسفية للنظرة الإحصائية للكون:

1. هل يمكن للنماذج الإحصائية أن تستخدم في اتخاذ القرارات؟
2. ماذا تعني الاحتمالية عند تطبيقها في الحياة العملية؟
3. هل يفهم الناس معنى الاحتمالية حقاً؟

هل يمكن للنماذج الإحصائية أن تُستخدم في اتخاذ القرارات؟

كان ل. جوناثان كوهن L. Jonathan Cohen من جامعة أوكسفورد Oxford University ناقداً نشطاً لما أسماه الرؤية «الباسكالانية»، عن طريق استخدام التوزيعات الإحصائية لوصف الحقيقة. اقترح في كتابه الذي صدر سنة 1989، مقدمة لفلسفة الاستقراء والاحتمالية An Introduction to the Philosophy of Induction and Probability، التناقض في اليانصيب، والذي نسبه إلى سيمور كيبيرغ Seymour Kyberg من جامعة ويسليان Wesleyan University في ميدلتاون Middletown، كونيكتيكت Connecticut.

فلنفترض أننا قبلنا أفكار الفرضيات أو اختبار الدلالة. نحن متفقون على أنه باستطاعتنا اتخاذ القرار لرفض فرضية عن الحقيقة، إذا كانت الاحتمالية المصاحبة لتلك الفرضية صغيرة جداً. ولمزيد من التحديد، فلنعد 0,0001 كاحتمالية صغيرة جداً. فلننظم الآن يانصيباً معقولاً بـ 10,000 تذكرة مرقمة. ولنفترض أن التذكرة رقم 1 ستفوز باليانصيب. تكون احتمالية ذلك 0,0001 نرفض تلك الفرضية. فلنفترض أن التذكرة رقم 2 ستفوز باليانصيب. بإمكاننا أيضاً أن نرفض تلك الفرضية. يمكننا أيضاً أن نرفض فرضيات مشابهة لأي رقم تذكرة محدد. وتبعاً لقوانين المنطق، إذا كانت أ غير حقيقية، وب غير حقيقية، وت

غير حقيقية، هذا يعني أن (أ، ب، ت) احتمالات غير حقيقية. وهذا تبعاً لقوانين المنطق، وإذا لم تفز كل تذكرة محددة باليانصيب، فلن تفوز أي تذكرة باليانصيب.

اقترح ل.ج. كوهن في كتاب سابق، المحتمل والممكن برهانه The Probable and The Provable، متغيراً لهذا التناقض الظاهري والمبني على التدريب القانوني العام. يفوز الادعاء في القانون العام، بلباسه الرسمي إذا بدا ادعاؤه حقيقياً تبعاً «لرجحان» الشواهد. تم قبول هذا من قبل المحاكم على أساس أن نسبة احتمالية ادعاء المدعي أكثر من 50٪. اقترح كوهن أيضاً التناقض الظاهري للطفيليين الذين دخلوا من غير تذاكر. فلنفترض أن هناك حفلة لموسيقى الروك في قاعة تتسع لألف مقعد. يبيع المتعهد 499 تذكرة للمقاعد، ولكن تمتلئ المقاعد الألف عند بداية الحفلة. يحق للمتعهد حسب القانون الإنجليزي، أن يجمع التذاكر من الألف شخص من الحاضرين، لأن احتمالية كون أحدهم من الطفيليين أي الذين أتوا من غير تذاكر تعادل 50,1٪. لذلك فإن المتعهد سيجمع ثمن التذاكر من 1،499 زبوناً في قاعة تتسع لألف شخص فقط.

أظهرت هذه التناقضات أن القرارات المبنية على النقاشات الاحتمالية هي قرارات غير منطقية. فالمنطق والنقاش الاحتمالي أمران متناقضان. قام ر.آ. فيشر بتبرير الاستنتاج الاستقرائي في العلوم باعتبار اختبارات الدلالة المبنية على التصميم الجيد للتجارب سبباً في ذلك. وأظهرت تناقضات كوهن أن الاستنتاج

الاستقرائي غير منطقي. وبرر جيري كورنفيلد حقيقة أن التدخين يسبب سرطان الرئة عن طريق تجميعه للدلائل، حيث توضح الدراسة تلو الدراسة أن النتائج غير ممكنة بنسبة عالية، إلا إذا افترضنا أن التدخين هو سبب الإصابة بالسرطان. ألا يوجد منطق في الاعتقاد أن التدخين يسبب السرطان؟

إن عدم التوافق بين المنطق والقرارات المبنية على الإحصائيات، هو أمر لا يمكننا اعتباره السبب في إيجاد فرضيات خاطئة في متناقضات كوهن. فهي تكمن في قلب ما يطلق عليه بالمنطق. (اقترح كوهن استبدال النماذج الاحتمالية بنسخة أكثر تقدماً في المنطق الرياضي تعرف بـ «النموذج المنطقي»، ولكني اعتقد أن هذا الحل يسبب المشاكل أكثر من إيجاد الحلول). هناك فرق واضح في علم المنطق بين الاقتراح الصحيح والاقتراح المزيف. تقدم الاحتمالية أفكاراً تكون فيها الاقتراحات صحيحة أو قريبة جداً من الصحة. يحجب هذا الجزء البسيط من النتائج المشكوك فيها، قدرتنا في تطبيق الدقة المدروسة للاقتضاء المادي عند التعامل مع مفهوم المسببات والنتائج. يشكل النظر في كل دراسة طبية من حيث تقديمها لبعض المعلومات عن آثار المعالجة المعطاة، أحد الحلول المقترحة لهذه المسألة في البحث الطبي. ويمكن تحديد قيمة هذه المعلومات عن طريق التحليلات الإحصائية للدراسة كما عن طريق نوعية هذه الدراسة. يستخدم هذا المقياس الإضافي من قياس نوعية الدراسة في تحديد الدراسات التي ستسود في

النتائج النهائية. ومفهوم نوعية الدراسة هو مفهوم غامض وليس من السهل حسابه. فيبقى التناقض الظاهري، ليلتهم قلب الأساليب الإحصائية. هل يحتاج هذا التضارب السيئ إلى ثورة إحصائية جديدة في القرن الحادي والعشرين؟

ماذا تعني الاحتمالية عند تطبيقها في الحياة العملية؟

أسس أندريه كولموغوروف المعنى الرياضي للاحتمالية: الاحتمالية هي مقياس للمجموعات الموجودة في فراغ تجريدي من الأحداث. يمكننا اشتقاق كل الخصائص الرياضية للاحتمالية من هذا التعريف. علينا معرفة الفراغ التجريدي للأحداث للمسألة المطروحة أمامنا، عندما نرغب في تطبيق الاحتمالية على الحياة الواقعية. فعندما يقول خبير الأرصاد الجوية أن نسبة احتمالية هطول المطر غداً تعادل 95٪، فما هي مجموعة الأحداث التجريدية التي تم قياسها؟ هل هي مجموعة الأشخاص التي ستغادر المنزل غداً، ونسبة الذين سيتبللون بالمطر تساوي 95٪؟ أم هل هي مجموعة الوحدات الزمنية الممكنة والتي ستجدني فيها مبللاً بنسبة 95٪؟ أم هل هي مجموعة وحدات المساحة الأرضية في منطقة معينة، والتي ستتبلل بنسبة 95٪؟ بالطبع ولا واحدة من هذه الاحتمالات. فما هي إذن؟

اعتقد كارل بيرسون، الذي جاء قبل كولموغوروف، أن التوزيعات الاحتمالية تمت مراقبتها عن طريق جمع البيانات الكثيرة. تابعنا المسائل المتعلقة بهذا الاتجاه.

حاول وليام س. غوسيت أن يصف فراغ الأحداث للتجربة التي تم تصميمها. قال إنها مجموعة لكل النتائج الممكنة لتلك التجربة. قد يكون هذا الكلام مقنعا فكرياً، ولكن لا جدوى منه. من الضروري وصف التوزيع الاحتمالي لنتائج التجربة بدقة كافية تمكننا من حساب الاحتمالات التي نحتاج إليها لأداء التحاليلات الإحصائية. كيف لنا أن نشتق توزيعاً احتمالياً معيناً لفكرة غامضة لمجموعة من النتائج الممكنة؟

وافق ر.آ. فيشر غوسيت في البداية، ولكنه جاء بتعريف أفضل. نجد في تصميمه للتجارب، أن حلول وحدات التجارب تُعين عشوائياً. فإذا أردنا مقارنة علاجين لتصلب الشرايين عند الجِرذان البدينة، نعين العلاج الأول (أ) عشوائياً لبعض الجرذان والعلاج (ب) للباقي. وتبدأ الدراسة ومراقبة النتائج. فلنفترض أن للعلاجين الأثر الضمني نفسه. وحيث إن الحيوانات تم تعيين علاجها عشوائياً، ستعطي كل التعيينات الأخرى نتائج مشابهة. والطوابع العشوائية الموضوعة على العلاج، هي بطاقات ليس لها صلة بالموضوع، ويمكن تغييرها بين الحيوانات مادام لطرق العلاج الأثر نفسه. لذلك يكون فراغ الأحداث، كما يراه فيشر، هو مجموعة التعيينات العشوائية الممكنة التي قد أجريت. هذه مجموعة محددة من الأحداث، يتساوى كل منها في إمكانية حدوثه. من الممكن حساب التوزيع الاحتمالي للنتائج تبعاً للنظرية الصفرية بأن لطرق العلاج الأثر نفسه. وهذا ما يسمى «اختبار التبديل». عندما اقترحه فيشر، أصبح عد كل

التعيينات العشوائية الممكنة مستحيلاً. أثبت فيشر أن الصيغ التي استخدمها في تحليل المتغير أعطت نتائج تقريبية جيدة لاختبار التبديل الصحيح.

كان هذا قبل قدوم الكمبيوتر فائق السرعة. أصبح الآن ممكناً إجراء اختبارات التبديل (لا يتعب الكمبيوتر عند أدائه للعمليات الحسابية البسيطة)، ولم يعد هناك حاجة لصيغ فيشر لتحليل المتغير، ولا حتى للكثير من النظريات الرياضية الإحصائية الصعبة التي تم إثباتها عبر السنين. بإمكاننا إجراء اختبارات الدلالة مع اختبارات التبديل على الكمبيوتر، مادامت البيانات ناتجة عن تجربة التحكم فيها عشوائي.

من غير الممكن تطبيق اختبار الدلالة على البيانات التي تمت مراقبتها. وهذا من الأسباب الرئيسية التي اعترض عليها فيشر في دراسات الصحة والتدخين. استخدم المؤلفون اختبار الدلالة الإحصائي لإثبات حالتهم. أما فيشر، فقد اعتبر اختبارات الدلالة الإحصائية غير ملائمة، إلا إذا أجريت مقترنة مع التجارب التي اختيرت بياناتها عشوائياً. يتم التقرير الروتيني لحالات التمييز في المحاكم الأمريكية، على أساس اختبارات الدلالة الإحصائية. أصدرت المحكمة الأمريكية العليا حكماً بالموافقة على هذه الطريقة، في تحديد ما إذا كان هناك أثر متفاوت حسب التمييز الجنسي أو العنصري. سيعترض فيشر على هذا بأعلى صوته. تبنت الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم U.S. National Academy of Sciences في نهاية الثمانينات

دراسة سبل استخدام الأساليب الإحصائية كدليل إثبات في المحاكم. ترأس الدراسة كل من ستيفن فينبيرغ Stephen Fienberg من جامعة كارناغي ميلون Carnegie Mellon University وساموبل كريسلوف Samual Krislov من جامعة مينوسوتا University of Minnesota، وأصدرت الهيئة الدراسية تقريرها سنة 1988. انتقدت الكثير من الأبحاث الموجودة في التقرير، استخدام اختبارات الفرضية في حالات التمييز، مع مناقشات مشابهة للتي استخدمها فيشر عندما اعترض على إثبات أن التدخين أدى إلى السرطان. وإذا أرادت المحكمة العليا الموافقة على اختبارات الدلالة في رفع الدعاوى، فيجب أن تعين فراغ الأحداث الذي ينتج الاحتمالات.

يكمن حل آخر لمسألة كولموغوروف في إيجاد فراغ الأحداث في نظرية العينة الفاحصة. عندما نرغب في أخذ عينة عشوائية للسكان لتحديد أمرٍ ما، نعين بوضوح أولئك الذين سنخضعهم للتجربة وأسلوب الاختيار، ثم نختار عينة عشوائياً بناءً على ذلك الأسلوب. يوجد شيء من عدم دقة في النتائج النهائية، ويمكننا تطبيق الأساليب الإحصائية لقياس عدم الدقة. ينتج عدم الدقة عن حقيقة أننا نتعامل مع عينة من الأشخاص. والقيم الحقيقية التي يتم فحصها في الكون، مثل النسبة الحقيقية للمنتخبين الأمريكيين الذين يؤيدون سياسات الرئيس قيم ثابتة، ولكنها غير معروفة. أما فراغ الأحداث الذي يمكننا من استخدام الأساليب الإحصائية، فهو مجموعة من العينات

العشوائية الممكنة التي كان يمكن اختيارها. إن هذه مجموعة محددة، يمكن حساب توزيعها الاحتمالي. وتم إثبات المعنى الواقعي للاحتمالية لفحص العينة.

لا تعتبر الأساليب الإحصائية في الدراسات المتعلقة بالمراقبة في علم الفلك، وعلم الاجتماع وعلم الأوبئة والقانون أو علم الأرصاد الجوية أساليب ثابتة. وغالباً ما تكون المناقشات التي تنشأ في هذه المجالات مبنية على حقيقة أن النماذج الرياضية المختلفة، ستعطي رداً للنتائج النهائية المختلفة. فإذا لم نتمكن من تعيين فراغ الأحداث الذي ينتج البيانات المحسوبة، لن يجدي عندئذ أي نموذج. وكما اتضح في الكثير من الحالات القضائية، فقد يختلف عالما إحصاء يعملان في البيانات نفسها على تحليلات هذه البيانات. يزداد استخدام النماذج الإحصائية في الدراسات المتعلقة بالمشاهدة، للمساعدة في القرارات الاجتماعية الصادرة عن الحكومة والهيئات. يبعث هذا الفشل الأساسي في القدرة على اشتقاق الاحتمالات من غير غموض، الشك في فائدة هذه الأساليب.

هل يفهم الناس حقاً معنى الاحتمالية؟

أحد الحلول لسؤال المعنى الواقعي للاحتمالية كان في مفهوم «الاحتمالية الشخصية». كان ل.ج. (جيمي) سافاج من الولايات المتحدة وبرونو دي فينيتي من إيطاليا من أهم مناصري هذه الرؤية. كان أفضل ما قُدّمت فيه هذه الرؤية في كتاب

سافاج، أساسيات الإحصاء The Foundations of Statistics، الصادر سنة 1954. تظهر الاحتمالية في هذه الرؤية كمفهوم ثابت. يسيطر على الناس بشكل طبيعي استخدام الاحتمالية في حياتهم. قبل الدخول في مغامرة، يقرر الناس بحدسهم احتمالات النتائج الممكنة. إذا كانت احتمالية الخطر مثلاً، عظيمة، يتجنب المرء ذلك الفعل. أما بالنسبة لسافاج ودي فينيتي، فالاحتمالية هي مفهوم عام ولا نحتاج لربطها باحتمالية كولموغوروف الرياضية. كل ما نحتاج إليه هو ترسيخ قواعد عامة لجعل الاحتمالية الشخصية متماسكة. نحتاج لهذا أن نفترض ألاّ يتعارض الأشخاص عند الحكم على احتمالية الأحداث. اشتق سافاج قواعد للتماسك الداخلي مبنية على تلك الفرضية.

هنالك احتمالية شخصية خاصة لكل شخص حسب مفهوم سافاج – دي فينيتي. من الممكن أن يقرر أحدهم أن احتمالية هطول المطر تعادل 95٪ بينما يقرر آخر أنها تعادل 72٪، وهذا بناء على مشاهدتهم البيانات نفسها. تمكن سافاج مستخدما نظرية بييز ودي فينيتي من توضيح، أن شخصين لهما احتمالات شخصية متماسكة سوف تلتقي عند نتائج الاحتمالية نفسها، إذا واجهت السلسلة البيانية نفسها، هذه نتيجة نهائية مقنعة. يختلف الناس ولكنهم منطقيون، هذا ما يقولونه. فسيتوافق المنطقان أخيرا عند إعطاء البيانات الكافية، حتى لو لم يتوافقا في البداية.

تعامل جون ميناردكينز John Maynard Keynes في رسالة الدكتوراه التي نشرها سنة 1921 باسم بحث في الاحتمالية

A Treatise on Probability، مع الاحتمالية بطريقة مختلفة. كانت الاحتمالية حسب مفهومه مقياساً لعدم الدقة عند تقديم الأشخاص، الذين لهم الحضارة العلمية نفسها لحالة معينة. كانت الاحتمالية نتيجة لحضارة الفرد، وليست تبعاً لإحساسه الداخلي. من الصعب دعم هذا الاتجاه إذا حاولنا المقارنة بين احتمالية بمعدل 72٪ وأخرى بمعدل 68٪. لا يمكن للتوافق الحضاري العام أن يصل إلى درجة من الدقة. أشار كينز أنه نادراً ما نحتاج لمعرفة الاحتمالية الدقيقة لحدث ما من أجل اتخاذ القرار. وعادة ما نكتفي بالقدرة على تنظيم الأحداث. وأضاف أنه بإمكاننا اتخاذ القرارات جراء معرفتنا بوجود احتمالية أكبر لهطول المطر غداً من انهمار البرَد، أو أن احتمالية هطول المطر تساوي ضعف احتمالية انهمار البرد. أشار كينز أنه يمكن للاحتمالية أن تكون جزئية التنظيم. لا يجب علينا مقارنة الأمور بعضها ببعض. بإمكاننا إهمال العلاقات الاحتمالية بين احتمال فوز فريق اليانكيز Yankees بالبطولة، واحتمالية هطول المطر غداً.

وهكذا يعتمد حلان من الحلول المقترحة في مسألة معنى الاحتمالية على الرغبة الإنسانية العامة في تحديد الغموض، أو على الأقل فعل ذلك بطريقة تقريبية. يحقق كينز في رسالته، بنية رياضية للتنظيم الجزئي للاحتمالية الشخصية. لقد قام بهذا العمل قبل أن يضع كولموغوروف أسس الاحتمالية الرياضية، ولم تكن هناك محاولة لربط تركيباته مع أعمال كولموغوروف.

ادعى كينز أن تعريفه للاحتمالية يختلف عن مجموعة تركيبات الحسابات الرياضية، التي كانت تمثل المادة الرياضية في الاحتمالية في سنة 1921. فلكي تصبح الاحتمالات نافعة، على الشخص الذي ينفذها أن يوافقها مع مقياس سافاج للترابط المنطقي، كما يظن كينز.

يساعد هذا، الرؤية الاحتمالية التي قد تدعم أسس اتخاذ القرار بالنماذج الإحصائية. وهي أن لا تُبنى الاحتمالية على فراغ الأحداث بل إن الاحتمالات العددية يتم استنتاجها من المشاعر الشخصية للأشخاص المعنيين. بدأ بعده علماء النفس مثل دانيال كانمان Daniel Kahneman وأموس تفرسكي Amos Tversky من الجامعة اليهودية Hebrew University في القدس Jerusalem عملية البحث النفسية للاحتمالية الشخصية.

قام كانمان وتفرسكي في السبعينيات والثمانينيات بالبحث عن طريقة يمكن فيها تفسير الاحتمالية. جمعا أعمالهما في كتابهما (ساعد في تحريره ب. سلوفيك P. Slovic الحكم تحت الشكوك: الاستكشاف والتحيز Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases). قاما بتقديم مجموعة من النصوص الاحتمالية لطلاب الكليات، ولهيئات التدريس فيها، وللمواطنين العاديين. لم يجدا أحداً يتوافق مع مقياس سافاج للترابط المنطقي. بل وجدا عدم قدرة معظم الأشخاص في الوصول إلى الرؤية الثابتة، لما تعنيه الاحتمالات العددية المختلفة. أفضل ما توصلا إليه هو أن الأشخاص يمكنهم

الحفاظ على الحس المعنوي الثابت لمعدل 50:50 وعلى معنى «أكيد تقريباً». نستنتج من أعمال كانمان وتفرسكي، أنه لا يمكن لخبير الأرصاد الجوية أن يجد الفرق بين معدل 90٪ من احتمالية هطول المطر وبين معدل 75٪ من احتمالية هطول المطر. ولا حتى أحد من السامعين للأرصاد الجوية يمكن أن تتوفر لديه رؤية ثابتة لما يعنيه هذا الفرق.

قدّم تفرسكي سنة 1974، هذه النتائج في اجتماع للمجتمع الملكي الإحصائي. وفي مرحلة النقاش اللاحقة، قدّم باتريك سابس Patrick Suppes من جامعة ستانفورد نموذجاً بسيطاً للاحتمالية، اتفق مع بديهيات كولموغوروف محاكياً ما وجده كانمان وتفرسكي. مما يعني أنه سيكون للأشخاص الذين استعملوا هذا النموذج، ترابطا منطقيا في احتمالاتهم الشخصية. هناك خمسة احتمالات في نموذج سابس:

صحته أكيدة
أقرب للصحة
متساوٍ في الصحة وعدمها
أقرب للخطأ
خطأه أكيد

يقودنا هذا إلى نظرية رياضية غير مثيرة. يمكننا فقط اشتقاق نحو نصف دزينة من النظريات من هذا النموذج، وبراهين هذه النظريات هي في الغالب بديهية. وإذا كان كانمان

وتفرسكي على حق، فإن النسخة المعدلة الوحيدة والمفيدة للاحتمالية الشخصية لا تحقق لنا المتعة في الرياضيات التجريدية، وتنتج لنا نسخاً محدودة من النماذج الإحصائية. وإذا كان نموذج سابس هو الوحيد حقاً الذي يتطابق مع الاحتمالية الشخصية، فإن الكثير من تقنيات التحليلات الإحصائية، والتي تعتبر تطبيقات عادية لا فائدة منها، لأنها لا تنفعنا إلا في إنتاج اختلافات أدنى من مستوى الإدراك البشري.

هل الاحتمالية ضرورية حقاً؟

إن الفكرة الأساسية خلف الثورة الإحصائية هي أن الأشياء الحقيقية في العلوم هي توزيعات للأرقام، يمكن وصفها بالمتغيرات. من المناسب رياضياً أن نجعل هذا المفهوم جزءاً لا يتجزأ في النظرية الاحتمالية والتعامل مع التوزيعات الاحتمالية. وباعتبار التوزيعات العددية كعناصر من النظرية الرياضية للاحتمالية، من الممكن إنشاء المقاييس الأمثل لحساب هذه المتغيرات وللتعامل مع المسائل الرياضية التي تنشأ عندما تُستخدم البيانات لوصف التوزيعات. ولأن الاحتمالية تبدو متأصلة في مفهوم الاحتمالية، لقد بُذلت الجهود الكبيرة لجعل الناس يفهمون معنى الاحتمالية، بمحاولة ربط الأفكار الرياضية للاحتمالية للحياة بواقع الحياة، وباستخدام أدوات الاحتمالية المشروطة لتفسير نتائج التجارب العلمية والمشاهدات.

يمكن أن تنشأ فكرة التوزيعات خارج نظرية الاحتمالية.

وفي الواقع، تُستخدم التوزيعات غير السليمة (غير سليمة لأنها لم تحقق كل متطلبات التوزيع الاحتمالي) حالياً في ميكانيكا الكم وفي بعض التقنيات البيزينية. إن تطوير نظرية الاصطفاف، وهي عبارة عن حالة يكون فيها معدل زمن الوصول إلى الصف يساوي زمن الخدمة في الصف، وهي تؤدي إلى توزيعات غير سليمة بسبب طول زمن الانتظار لمن دخل في الصف. هذه حالة يتم تطبيق رياضيات النظرية الاحتمالية لحالة من واقع الحياة ولكنها تبعدنا عن مجموعة التوزيعات الاحتمالية.

ماذا سيحدث في القرن الحادي والعشرين؟

كانت الرؤية المنتهية لكولموغوروف في وصف الاحتمالية تبعاً لخصائص سلسلة المتتاليات المنتهية، بحيث لا تكون فيها نظرية المعلومات نتاجاً للحسابات الاحتمالية، ولكن المرجع القديم للاحتمالية بحد ذاتها. قد يأتي من يأخذ الكشاف المضيء من المكان الذي تركه ليطور نظرية جديدة في التوزيعات عن طريق إدخال الطبيعة الفعلية للكمبيوتر الرقمي إلى الأسس المنطقية.

من يعلم ما إذا كان هناك ر.آ. فيشر في مكان ما، يعمل على حواشي العلوم الراسخة، والتي ستتفجر قريباً على الساحة العلمية بأفكار ومعتقدات لم يتم التفكير فيها مسبقاً؟ ربما، في مكان ما في وسط الصين، سيولد لوسيان لوكام آخر من عائلة ريفية غير متعلمة؛ أو يظهر في شمال أفريقيا جورج بوكس آخر

لم يكمل تعليمه الرسمي بعد الثانوية ويعمل الآن ميكانيكياً، يكتشف ويتعلم بنفسه. أو ربما غرترود كوكس أخرى تتخلى عن آمالها لتصبح مبشرة لتهتم بالأحاجي العلمية والرياضية؛ أو وليام س. غوسيت آخر يحاول أن يجد طريقة لحل مشكلة في تخمير البيرة؛ ونيمان وبيتمان آخران يُدرّسان في كلية بدائية منعزلة في الهند ويفكران تفكيراً عميقاً. من يعلم من أين سيأتي الاكتشاف العظيم التالي؟

وبدخول القرن الحادي والعشرين، تقف الثورة الإحصائية منتصرة. لقد قهرت مبدأ التحديد في معظم الجوانب العلمية الغامضة. وانتشر استعمالها حتى أصبحت فرضياتها الضمنية جزءاً من الحضارة الشائعة التي يعجز وصفها في العالم الغربي. لقد وقفت منتصرة على أقدام راسخة من طين في مكان ما. تنتظرنا في جوانب المستقبل المخفية، ثورة إحصائية لتهزم سابقتها، وربما يعيش الرجال والنساء الذين سيخلقون هذه الثورة بين ظهرانينا.