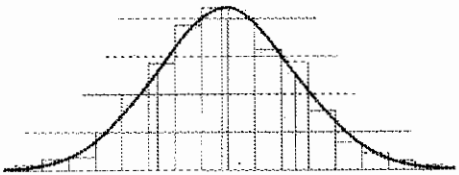


الفصل

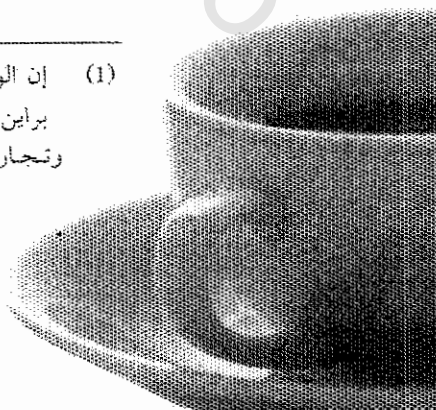
10

اختبار صلاحية التوافق

ظهر سنة 1980 نوع جديد من النماذج الرياضية جذب أذهان الناس وذلك بسبب المُسمّى: «نظرية الفوضى»[1]. يدل الاسم على نوع من النماذج الإحصائية لها نوع غريب من العشوائية، وابتعد الذين صاغوا الاسم عمداً عن استعمال كلمة عشوائي. إن نظرية الفوضى هي في الواقع محاولة لإبطال مفعول الثورة الإحصائية عن طريق إحياء الحتمية بمستوى أكثر رقياً.

فلنتذكر كيف كانت «الأمور» التي تعاملت معها العلوم قبل

(1) إن الوصف لنظرية الفوضى المستعمل هنا مأخوذ من براين ديفيز Brain Davies، اكتشاف الفوضى: نظرياً وتجاربياً Exploring Chaos: Theory and Experiment ريدينغ، ماساتشوسست Reading, MA: كتب بيرسويس Perseus Books، 1999.



obeikandl.com

الثورة الإحصائية، كانت إما قياسات تم إيجادها أو وقائع حقيقية تسببت بهذه القياسات. أصبحت الأمور العلمية مع الثورة الإحصائية هي المتغيرات التي أحاطت بتوزيع تلك المقاسات.

كان الاعتقاد السائد في فترة الاتجاه الحتمي السابق أن كثرة القياسات الدقيقة، تؤدي إلى تعريف أفضل للحقيقة المادية الواقعة تحت التجربة. أما في الطريقة الإحصائية فقد يكون من غير الضروري الحصول على متغيرات التوزيع التي لا يمكن تقديرها بوجود الأخطاء، بغض النظر عن مدى دقة نظام القياس. فهناك في الطريقة الحتمية مثلاً رقم ثابت، وهو الجاذبية التي تصف كيفية سقوط الأجسام. أما في الطريقة الإحصائية فإن قياسات الجاذبية تختلف باختلاف التجارب، والبعثرة الناتجة عن التوزيع هي ما نرغب في تقريره بغية «فهم» سقوط الأجسام.

قدم إدوارد لورينز Edward Lorenz واضع نظرية الفوضى سنة 1963 محاضرة غالباً ما يُرجع إليها، وهي بعنوان «هل تحدث رفرفة أجنحة الفراشة في البرازيل إعصاراً في تكساس؟». كانت نقطة لورينز الهامة أن العمليات الرياضية الفوضوية تكون بغاية الحساسية تجاه الحالات الأولية، فقد تؤدي الاختلافات البسيطة في الحالات الأولية إلى نتائج مختلفة تماماً بتكرارها مراراً. اعتقد لورينز أن هذه الحساسية تجاه الاختلافات البسيطة المبدئية تجعل الإجابة عن سؤاله مستحيلاً. تعتمد محاضرته على افتراض الحتمية، إذ أنه نظرياً يمكن ربط

كل حالة أولية بالنتيجة النهائية. اعتمد مؤيدو نظرية الفوضى هذه الفكرة التي تدعى «أثر الفراشة» كحقيقة عميقة وحكيمة.

بيد أنه لا يوجد إثبات علمي لوجود مثل هذه الأسباب والنتائج، ولا يوجد هناك نماذج رياضية راسخة لحقيقة تقترح مثل هذه النتائج. إنه تصريح إيماني ليس إلا، له نفس القدر من القيمة والصحة العلمية كما لوجود الشياطين أو الإله. كذلك فإن النماذج الإحصائية التي تُعَرّف الطلب العلمي عن طريق متغيرات التوزيع، هي أيضاً مبنية على تصريح إيماني عن طبيعة الحقيقة. قادتني تجاربي العلمية إلى الاعتقاد أن التصريحات الإحصائية للإيمان قد تكونَ أقرب للحقيقة من الحتمية.

نظرية الفوضى وصلاحية التوافق

نتجت نظرية الفوضى من ملاحظة أن الأرقام الناتجة عن معادلة حتمية معينة يمكن أن تعطي نموذجاً عشوائياً. وقد اتضح هذا عندما قامت مجموعة من علماء الرياضيات بأخذ معادلات بسيطة نسبياً، ومكررة فقاموا برسم الناتج بيانياً. لقد بينت في الفصل التاسع كيف تُنتج المعادلة المكررة رقماً ما، يُستخدم ثانية لاستخراج رقم آخر، وهلمّ جرّاً. حاول عالم الرياضيات الفرنسي هنري بوانكاري Henri Poincare في بداية القرن العشرين فهم المجموعات الصعبة للعديد من المعادلات، عن طريق تحديد الأزواج المتوالية لهذه الأرقام بيانياً. وجد بوانكاري بعض النماذج المثيرة في هذه الرسوم البيانية، ولكنه

لم يعرف كيف يستغل هذه النماذج فألغى الفكرة. بدأت نظرية الفوضى من رسوم بوانكاري تلك. إذا قمنا بإنشاء رسم بياني لنقاط بوانكاري، تبدو النقاط التي على ورق الرسم في بداية الأمر من غير شكل محدد، مبعثرة دون معنى لها. لكن يبدأ النموذج بالوضوح مع ازدياد عدد النقاط في الرسم البياني. قد تكون أحياناً عبارة عن عدة خطوط مستقيمة ومتوازية، أو مجموعة من الخطوط المتقاطعة أو دوائر، أو دوائر تخترقها خطوط مستقيمة.

يقترح مناصرو نظرية الفوضى أن جميع ما يبدو عشوائياً من قياسات في الحياة الحقيقية، استُنتج في الواقع عن طريق مجموعة من المعادلات الحتمية، والتي يمكن استنتاجها من النماذج التي تظهر في رسم بوانكاري البياني. على سبيل المثال جمع بعض هؤلاء المناصرين بيانات حول فارق الزمن ما بين دقات قلب الإنسان، ووضعوها في رسم بوانكاري البياني. ادعوا وجود ظاهرة مميزة لهذه البيانات، وظهرت لهم معادلات مولدة حتمية أعطت نوع تلك الظواهر نفسه.

ظهرت أثناء التأليف نقطة ضعف أساسية في تطبيق نظرية الفوضى على هذا النحو، إذ لا يوجد هناك مقياس لصلاحية التوافق بين الرسم البياني المبني على البيانات وبين ذاك الناتج من مجموعة معادلات، وهنا ينبغي على القارئ مقارنة الرسمين البيانيين للتأكد من صحة الناتج. اتضح أن فحص النظر هذا عرضة للخطأ في التحليلات الإحصائية، فغالباً ما تكون الأشياء

التي تبدو متشابهة للعين المجردة أو قريبة من بعضها، غالباً ما تكون مختلفة تماماً إذا فُحصت بأدوات إحصائية طُوِّرت لهذا الغرض.

اختبار صلاحية التوافق لبيرسون

اكتشف كارل بيرسون هذه المشكلة في بداية عمله، بل إن من أعظم إنجازات بيرسون هو اكتشاف أول «اختبار صلاحية التوافق». فمن خلال المقارنة بين القيم المشاهدة والمتوقعة، استطاع بيرسون إنتاج طريقة إحصائية لاختبار صلاحية التوافق. لقد سمى اختباره الإحصائي «اختبار تشاي chi تربيع لصلاحية التوافق». استعمل الحرف اليوناني تشاي؟، لأن توزيع هذا الاختبار الإحصائي ينتمي إلى مجموعة من توزيعاته المنحرفة التي كان قد خصصها لمجموعة تشاي. وفي الواقع فإن دور الاختبار الإحصائي كان مثل مربع تشاي، لذلك أطلق عليه، «تشاي تربيع». وبما أنها إحصائية بمفهوم فيشر، فلها بالتالي توزيع احتمالي. أثبت بيرسون أن اختبار تشاي تربيع لصلاحية التوافق له توزيع مشابه، بغض النظر عن البيانات المستعملة، وبذلك يستطيع جدولة التوزيع الاحتمالي لهذه الإحصائية، واستخدام مجموعة الجداول نفسها لكل اختبار. هناك متغير واحد لاختبار تشاي التربيعي لصلاحية التوافق، والذي أسماه فيشر «درجات الحرية degrees of freedom». وفي العدد الصادر سنة 1922 والذي انتقد فيه فيشر عمل بيرسون، أوضح فيشر أن بيرسون قد أخطأ في استخراج قيمة المتغير عند مقارنته بين النسبتَين.

ولكن لا يوجد هنالك مبرر لتشويه سمعة إنجاز بيرسون العظيم بسبب ارتكابه خطأً واحداً في جزء صغير من نظريته. لقد كان اختبار بيرسون لصلاحية التوافق أساساً في عناصر التحليل الإحصائي الحديث. ويسمى هذا العنصر «اختبار الفرضية hypothesis testing»، أو «اختبار الدلالة significance testing»، وهو يسمح للمحلل تقديم نموذجين رياضيين متنافسين أو أكثر للحقائق، واستخدام البيانات لرفض واحد منهما. إن اختبار الفرضية واسع الانتشار لدرجة يعتقد الكثير من العلماء أنه النهج الإحصائي الوحيد المتوفر لديهم، وكما سنرى في فصول لاحقة، فإنه ذو صلة بمسائل فلسفية.

تجربة ما إذا كان بإمكان السيدة تذوق الفرق في الشاي

لو افترضنا أننا نريد أن نختبر ما إذا كانت السيدة قادرة على اكتشاف الفرق بين فنجان الشاي الذي أضيف إليه الحليب، وبين الآخر الذي أضيف فيه الشاي إلى الحليب. نقدم لها فنجانين ونخبرها أن أحدهما شاي أضيف إليه الحليب، والآخر حليب أضيف إليه الشاي. تتذوقهما وتتمكن من معرفة الفرق. كان بإمكانها تخمين الإجابة إذ كان لديها فرصة 50:50 للإجابة الصحيحة. ثم نقدم لها فنجانين آخرين من النوع نفسه. وتتمكن من معرفة الإجابة الصحيحة مرة أخرى. إذا كانت تعتمد في إجابتها على التخمين، فإن فرصتها للإجابة الصحيحة تصبح 4:1. قدمنا لها زوجاً ثالثاً من الفناجين وتمكنت أيضاً من معرفة الإجابة الصحيحة، وتكون فرصة حدوث ذلك بمجرد

التخمين هي 1:8. فنقدم لها المزيد من أزواج الفناجين وتتمكن من معرفة الإجابة الصحيحة دائماً، حتى نصل إلى حد نقتنع فيه أنها قادرة على تمييز الفرق. لو افترضنا أنها أخطأت في إحدى المرات، ولو افترضنا أيضاً أن هذا الزوج الذي أخطأت معرفته كان الزوج الرابع والعشرين بينما أصابت في كل المرات السابقة. هل بإمكاننا القول إذن أنها قادرة على تمييز الفرق؟ أو أنها أخطأت في أربعة من أربعة وعشرين زوجاً أو خمسة من أربعة وعشرين زوجاً؟

إن اختبار الفرضية أو الدلالة هو إجراء إحصائي يحسب احتمالات ما تمت مشاهدته، على افتراض سلامة الفرضية المراد اختبارها. فنجزم بعدها أن الفرضية غير سليمة عندما تكون احتمالات المشاهدة ضعيفة. من أحد الأمور الهامة هو أن اختبار الفرضية يزودنا بوسيلة لرفض الفرضية. فرضية الحالة السابقة هي أن السيدة تلجأ للتخمين فقط. ولا تسمح لنا بقبول الفرضية حتى ولو كانت درجة الاحتمالات المصاحبة عالية جداً.

ورد استعمال كلمة دلالة، أو هام في مواضع سابقة أثناء شرح تطورات الفكرة، لتعني أن الاحتمالات كانت ضعيفة لحد الرفض. وتصبح البيانات بالتالي ذات دلالة إذا أمكن استخدامها لرفض التوزيع المقترح. لقد استعملت الكلمة كما كان مدلولها في اللغة الإنجليزية بنهاية القرن التاسع عشر، وهي بكل بساطة، أن الحسابات دلت أو أوضحت أمراً ما. وبدخول اللغة

الإنجليزية القرن العشرين، أصبح لكلمة دلالة معنىً آخر، فصارت تعني أمراً شديد الأهمية، لكن مازالت التحليلات الإحصائية تستخدم الكلمة لتعني وجود احتمالات ضعيفة جداً تم حسابها من أجل الفرضية المختبرة. لذا وفي ضمن هذه الحدود فإن للكلمة مدلولاً رياضياً محدداً. ولسوء الحظ، فإن الذين يجرون التحاليل الإحصائية يستخدمون اختبار الدلالة الإحصائي بمعنى أقرب إلى المعنى الحديث للكلمة.

استعمال فيشر لقيم ـ ب

قام ر.آ. فيشر بتطوير معظم أساليب اختبار الدلالة في استعمالنا اليومي، وأشار إلى الاحتمالية التي تسمح بالتصريح بالدلالة « بقيمة ـ ب». لم يكن لديه شك في معناها أو فائدتها. إن معظم الأساليب الإحصائية لعاملي الأبحاث مكرسة لإيضاح كيفية استخراج قيم ـ ب. وكما أوضحت سابقاً فقد صُمم هذا الكتاب، لكل من يود من غير علماء الرياضيات في استخدام الأساليب الإحصائية. لا يصف فيه فيشر كيفية استخراج هذه الاختبارات، ولم يلمح بالتحديد عن قيمة ـ ب التي يمكن أن تُسمى بدالّة، بل يقدم نماذج رقمية وملاحظات لتبين فيما إذا كانت النتيجة دالّة أم لا. أشار في أحد الأمثلة، إلى أن قيمة ـ ب أقل من 0،01 وأوضح: «أن قيمة واحد في المئة ستتخطى (إحصائية الاختبار المحسوب رياضياً) من غير قصد، وسيكون الفرق بين النتائج ذا دلالة واضحة».

إن أقرب ما توصل إليه فيشر في تعريف محدد لـ ب يكون

ذا دلالة في كل الظروف كما ورد سنة 1922 في مقالة صدرت بمجلة فعاليات مجتمع الأبحاث النفسية Proceedings of the Society for Psychical Research. تحاول الأبحاث النفسية عن طريق الأساليب العلمية توضيح وجود حدة الإدراك. يستعمل الباحثون النفسيون اختبار الدلالة الإحصائية بشكل واسع ليثبتوا أن نتائجهم بعيدة الاحتمال عن فرضية أن النتائج تتبع تخمينات الأشخاص العشوائية. يلوم فيشر في مقالته بعض الكتّاب لسوء استخدامهم اختبار الدلالة بشكل جيد، فيقول:

> تتضح ضرورة اختبارات الدلالة أثناء البحث في دراسة الكائنات الحية بأساليب بيولوجية. وتكمن وظيفتها في إبعادنا عن الاغترار بالحوادث الطارئة، التي لا علاقة لها بأسباب نود دراستها، أو نحاول اكتشافها لكنها مزيج من عدة احتمالات خارجة عن نطاق سيطرتنا. ويمكن اعتبار مشاهدة ما كدالّة، إذا كان من الصعب جداً استخراجها، في غياب المسبب الحقيقي للنوع الذي نبحث عنه. من الشائع اعتبار النتائج ذات دلالة إذا كان حجمها كبيراً، لدرجة أن فرصة حدوثها صدفة لا تزيد عن مرة كل عشرين محاولة. إن هذه درجة دلالة اعتباطية لكنها ملائمة للمكتشف العملي، ولا يعني هذا أن ينخدع مرة كل عشرين تجربة. إن اختبار الدلالة يخبره فقط عمّا يجب عليه إهماله، خاصة في التجارب التي تكون فيها نتائج الدلالات غير معروفة. ولا يتحتم عليه ادعاء إثبات ظاهرة ما تجريبياً، إلا حين يجيد تصميم تجارب، نادراً ما تفشل فيها عن إعطاء

نتائج ذات دلالة. ولذا فإن نتائج الدلالات المنفردة والتي لا يستطيع إعادة استخراجها تبقى غامضة في انتظار أبحاث متقدمة.

فلنلاحظ التعبير «يجيد تصميم التجربة... نادراً ما يفشل في إعطاء نتائج لها دلالة». يكمن هذا في صميم استخدام فيشر لاختبارات الدلالة. تظهر أهمية اختبارات الدلالة بالنسبة لفيشر، في مضمون خطوات التجارب المتعاقبة التي تهدف إلى شرح آثار حلول معينة. يشعر القارئ من خلال قراءة أبحاث فيشر أنه يستخدم اختبار الدلالة للوصول إلى واحد من ثلاث احتمالات. فإذا كانت قيمة ـ ب صغيرة جداً (غالباً ما تكون أقل من 0،01) يصرح أن النتيجة واضحة. وأما إذا كانت قيمة ـ ب كبيرة (غالباً ما تكون أكبر من 0،20) يستنتج بعدها صغر الناتج إلى حد لا يمكن لأي تجربة تحديده. وإذا كانت قيمة ـ ب ما بينهما يناقش بعدها نوع التجربة المقبلة لإعطاء فكرة أفضل عن النتيجة. لذا لم يكن فيشر واضحاً في الطريقة التي يجب على العلماء اتباعها لإعطاء قيمة ـ ب باستثناء ما أفاد أعلاه. وما يبدو واضحاً لفيشر قد يخفى عن غيره.

سنعود لفحص اتجاه فيشر نحو اختبار الدلالة في الفصل الثامن عشر. ومن أحد أخطاء فيشر الواضحة، إصراره على عدم ثبوت ضرر التدخين بالصحة بعد. فلندع تحليلات فيشر في ما يتعلق بالتدخين والصحة لفصول أخرى ولنتجه إلى سنة 1928 نحو جيرزي نيمان Jerzy Neyman والبالغ من العمر خمساً وثلاثين سنة.

التعليم الرياضي لجيرزي نيمان

كان جيرزي نيمان أحد الطلبة الممتازين في مادة الرياضيات، عندما اندلعت الحرب العالمية الأولى في موطنه شرق أوروبا. انتقل إلى روسيا ودرس في جامعة كاركوف University of Kharkov، وهي مؤسسة محلية للأنشطة الرياضية. اعتمد على علومه الرياضية الابتدائية التي درسها في كاركوف، وبنى عليها باحثاً في مادة الرياضيات خلال المجلات المتوفرة لديه، وذلك بسبب قلة الأساتذة المتطورين في المعرفة، وبعد أن فاتته فصول دراسية بسبب الحرب. لذلك تلقى نيمان تعليماً رياضياً أساسياً مشابهاً لما يدرسه طلبة القرن التاسع عشر، ومن ثم لقّن نفسه رياضيات القرن العشرين.

كانت مقالات المجلات المتوفرة لنيمان محدودة لِما قد يجده في مكتبة جامعة كاركوف، ولاحقاً في المدارس البولندية المحلية. وجد صدفة، سلسلة من مقالات الفرنسي هنري ليبيسغ Henri Lebesgue. لقد أنشأ ليبيسغ (1875 ـ 1941)، الكثير من أساسيات التحليل الرياضي الحديث في بداية القرن العشرين، ولكن أبحاثه كانت صعبة القراءة. قام علماء رياضيات لاحقون بتبسيط وتنظيم نظريته للتكامل، وتلك للتقارب وغيرها من الاكتشافات الرياضية لهذا العالم العظيم لتصبح أكثر وضوحاً وسلاسة. لا أحد يستطيع الآن قراءة أعمال ليبيسغ الأصلية، بل يتلقى الطلبة كل أفكاره عن طريق الإصدارات الجديدة.

لا يملك أحد النسخ الأصلية لمقالات ليبيسغ إلاّ جيرزي نيمان، الذي عانى الكثير في قراءتها، والذي استطاع أن يتوغل ويرى مدى عظمة هذه الاكتشافات الجديدة (بالنسبة له). لقد أصبح ليبيسغ، مَثَلَ جيرزي الأعلى لسنوات عدة، وتسنى له في نهاية الثلاثينات أن يجتمع به في مؤتمر لعلماء الرياضيات في فرنسا. اتضح لنيمان أن هنري ليبيسغ فظ وينقصه الأدب، لما ردّ على تشوقه بكلمات بسيطة، ثم أدار له ظهره ومازال نيمان يتكلم.

تأذى نيمان بصده له، وربما كان له درساً في الحياة، ليبقى دائماً في غاية الأدب لطيفاً مع تلاميذه، يسمع لهم بكل اهتمام، ويشجعهم لتحقيق طموحاتهم. هكذا كان جيرزي نيمان الرجل، يعرفه الكل بطيبته وروحه المتعاونة. لقد كان كريماً وحساساً يعامل الناس بكل بهجة وسرور. لقد كان في بداية الثمانينات عندما قابلته، جليلاً وصغير الحجم، أنيقاً بشارب منمق أبيض. تلمع عيناه الزرقاوان عندما يستمع للآخرين، أو يدخل في مناقشات جادة، معطياً اهتمامه الشخصي لكل فرد مهما كان.

تمكن جيرزي نيمان في بداية سنوات عمله من أن يشغل منصب مبتدئ في هيئة كلية جامعة وارسو التدريسية. لم يكن لدى الدولة البولندية حديثة الاستقلال آنذاك المال الكافي لدعم الأبحاث الجامعية، وكانت مناصب علماء الرياضيات نادرة. قضى صيف سنة 1928 في مختبر لندن البيومتريكي حيث تعرف

على إيغون س. بيرسون وزوجته آيلين Eileen وابنتيهما. إن إيغون بيرسون هو ابن كارل بيرسون نفسه، بيد أنه من الصعب وجود شخصيتين متباينتين كشخصيتيهما. في الوقت الذي كان فيه بيرسون الأب قائدًا ومسيطراً، كان ابنه خجولاً ومتواضعاً. لقد كان كارل بيرسون مندفعاً للأفكار الجديدة، ينشر مقالاته دائماً بمعلومات رياضية قد تكون مبهمة أحيانا أو حتى متضمنة بعض الأخطاء. أما إيغون بيرسون فقد كان شديد الدقة يراعي تفاصيل كل الحسابات.

ظلت الصداقة بين إيغون بيرسون وجيرزي نيمان مستمرة عن طريق تبادل الرسائل من سنة 1928 حتى 1933. وزودت هذه الرسائل رؤية رائعة لطبيعة العلوم الاجتماعية، موضحة كيف يصارع عقلان مبتكران المسائل، بضخ أفكار جديدة أو بانتقاد الآخرين. تتجلى طبيعة بيرسون المتواضعة حين يتردد في اقتراحه باحتمال عدم نجاح ما قدمه نيمان، بينما تظهر براعة نيمان في الابتكار عندما يخترق المسائل الصعبة ليوضح طبيعة هذه الصعوبة. أقترح قراءة رسائل نيمان ـ بيرسون لكل من أراد أن يفهم طبيعة الأبحاث الرياضية وكونها مغامرة تعاونية.

ما هي أول مسألة عرضها بيرسون على نيمان؟ فلنتذكر اختبار تشاي تربيع لصلاحية التوافق الذي ابتكره كارل بيرسون. لقد قام بتطويره لاختبار ما إذا كانت البيانات المشاهدة تلائم التوزيع النظري، إذ لا يوجد فعلاً اختبار معين لـ تشاي تربيع لصلاحية التوافق. يتوفر للمحلل الكثير من الطرق لا حصر لها

لتطبيق الاختبار على مجموعة من البيانات. ويظهر أنه لا يوجد مقياس عن أفضلية الاختيار بين هذه الاختيارات، إذ ينبغي على المحلل أخذ اختيارات عشوائية كلما طبّق هذا الاختبار. عرض إيغون بيرسون السؤال التالي على جيرزي نيمان:

إذا قمت بتطبيق اختبار تشاي تربيع لصلاحية التوافق على مجموعة من البيانات مقابل التوزيع الطبيعي، وإذا لم أنجح في استخراج دلالة قيمة ـ ب، فما هي الطريقة لمعرفة أن البيانات تلائم التوزيع الطبيعي؟ كيف يمكنني معرفة أن نموذجاً آخر لاختبار تشاي تربيع أو اختباراً آخر لصلاحية التوافق لم يتم اكتشافه بعد، لم يكن بإمكانه استنتاج دلالة قيمة-ب فيسمح لي برفض التوزيع الطبيعي لتلاؤمه مع البيانات؟

نمط نيمان في الرياضيات

أخذ نيمان هذا السؤال معه إلى وارسو، وأبتدأ بعدها تبادل الرسائل. انبهر كل من نيمان وبيرسون الشاب بمفهوم فيشر في الحساب، والمبني على الدالّة الاحتمالية. فابتدآ عملية البحث بالنظر إلى الدالة الاحتمالية المصاحبة لاختبار صلاحية التوافق. شمل بحثهم الأول المشترك وصفاً لنتائج هذه الأبحاث. كانت من أصعب الأبحاث الكلاسيكية الثلاثة التي أصدراها، والتي قلبت موازين اختبار الدلالة بأكملها. استمر نيمان بتحليل المسألة إلى عناصرها الأساسية أثناء متابعتهما النظر في ذلك السؤال، حتى أصبح عملهما أكثر وضوحاً وأسهل فهماً.

يلعب النمط الأدبي دوراً هاماً في الأبحاث الرياضية رغم صعوبة تصديق القارئ لذلك. يصعب على بعض كتاب العلوم الرياضية كتابة مقالات سهلة الفهم. ويجد بعضهم متعة في اللجوء إلى الرموز المليئة بالتفصيلات فتصبح أحجية تضيع فيها الفكرة الأساسية. بينما يستطيع بعض المؤلفين تقديم أفكار معقدة ببساطة يستطيع القارئ خلالها تتبع تطور أفكارهم ليصل إلى النتيجة المنشودة، فيشعر بعظمة النتائج عند مراجعة ما تعلمه. كان جيرزي نيمان مثالاً لهذا النوع، فمن الممتع قراءة أبحاثه لتلقائية استنباط الأفكار، ولاستعماله الرموز ببساطة خدّاعة، ويستطيع القارئ استنباط نتائجه المرجوّة بتلقائية لدرجة تساؤله كيف لم يتمكن أحد أن يصل إليها من قبل.

يتعهد مركز بفايزر للأبحاث حيث عملت لمدة سبع وعشرين سنة، المؤتمر السنوي المقام في جامعة كونكتيكت. يقوم قسم الإحصاء في الجامعة بدعوة شخصيات مهمة في مجال البحث الإحصائي الحيوي لقضاء يوم مع الطلاب ومحادثتهم، وتقديم محاضرة ظهيرة ذلك اليوم. كان لي شرف لقاء بعض عظماء علم الإحصاء، حيث إنني كنت مشاركاً في الإعداد لمنحة هذه السلسلة. كان جيرزي نيمان من بين هؤلاء المدعوين، وطلب أن يكون لحديثه طابع خاص. أراد أن يقدم بحثه وبعده تقوم هيئة من المناقشين بنقده. ونظراً لشهرته قام منظمو الندوة بالاتصال بالإحصائيين القدامى والمعروفين في منطقة نيو إنغلاند New England لتشكيل هيئة المناقشين. اعتذر

أحد المناقشين في آخر لحظة، فطُلب مني أخذ مكانه.

أرسل لنا نيمان نسخة عن البحث الذي أراد تقديمه. لقد كان تطوراً رائعاً، طبق فيه عملاً له لمسألة فلكية سنة 1939. لقد كنت أعرف هذا البحث إذ اكتشفته عندما كنت طالباً في سنة التخرج، وقد أعجبني. تناول البحث نوعاً جديداً من التوزيع قام نيمان باكتشافه، والذي أسماه «التوزيعات السارية contagious distributions». تبدأ المسألة المطروحة في البحث بمحاولة صياغة نموذج ليرقات الحشرات في التربة. تقوم الأنثى الحامل بالتجول في الحقل ثم تضع بيضها، وبعدها تفقس اليرقات زاحفة خارج تلك البقعة. ثم تؤخذ عينة من تربة الحقل. فما هو التوزيع الاحتمالي لعدد اليرقات الموجود في تلك العينة؟

تشرح التوزيعات السارية مثل تلك الحالة. لقد تم اشتقاقها من سلسلة من المعادلات واضحة البساطة في بحثه الصادر سنة 1939. يبدو هذا الاشتقاق واضحاً وطبيعياً، كما يتضح للقارئ بعد قراءة بحث نيمان أنه لا يوجد طريقة أخرى للتعامل معها. ومنذ ذلك البحث لسنة 1939، أصبحت التوزيعات السارية لنيمان ملائمة لحالات كثيرة في الأبحاث الطبية والمعدنية والأرصاد الجوية وعلم السموم، و(كما وصفه نيمان في بحث مؤتمر بفايزر) في التعامل مع توزيع المجرات الكونية.

جلس نيمان للاستماع إلى هيئة المناقشين بعد أن أنهى حديثه. كان كل أعضاء الهيئة الآخرين من الإحصائيين البارزين،

لكنهم انشغلوا عن قراءة بحثه والتحضير له. لقد اعتبروا مؤتمر بفايزر كتقدير لنيمان. كان «نقاشهم» عبارة عن تعليقات لأعمال نيمان وإنجازاته السابقة. لقد تقدمت إلى هيئة المناقشة كبديل في وقت متأخر، ولم أستطع أن أعود إلى تجربتي (غير الموجودة) السابقة مع نيمان. تركزت تعليقاتي، وحسب طلب نيمان، إلى ما قدمه في ذلك اليوم، فتكلمت خاصة عن طريقة اكتشافي لبحثه سنة 1939 منذ زمن طويل وعن مراجعتي إياها الآن متحمساً لهذه الجلسة. قمت بوصف البحث بأفضل ما أمكنني مبدياً حماستي عندما وصلت إلى الطريقة الذكية التي قام فيها نيمان بتطوير معنى المتغيرات في التوزيع.

بدا واضحاً إعجاب نيمان بتعليقاتي، ودخلنا بعدها بنقاش ممتع عن التوزيعات السارية واستعمالاتها. تلقيت بعد عدة أسابيع ظرفاً بريدياً يحتوي على نسخة من مختارات من أوائل أبحاث ج. نيمان الإحصائية A Selection of Early Statistical Papers of J. Neyman، والتي نشرتها مطابع جامعة كاليفورنيا. كان الإهداء في داخل الغلاف: «إلى الدكتور ديفيد سالسبورغ David Salsburg، مع شكري العميق لتعليقاته الممتعة لما قدمته في 30 نيسان (أبريل) لسنة 1974. ج نيمان».

أعتبر هذا الكتاب بمثابة كنز لي بسبب الإهداء الذي فيه، وما يحتوي من مقالات قيمة. تسنى لي بعدها التحدث مع كثير من طلبة نيمان ومعاونيه. ذلك الرجل الممتع الودود الذي قابلته سنة 1974 هو نفسه الرجل الذي عرفوه وأعجبوا به.