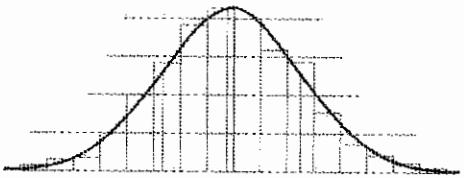

الفصل

2

التوزيع الانحرافي

كالكثير من ثورات الفكر البشري، فإنه يصعب تحديد زمن ارتقاء النموذج الإحصائي ليصبح جزءاً من العلوم. قد نجد أمثلة عليه في بعض أعمال علماء الرياضيات الألمان والفرنسيين في بداية القرن التاسع عشر، بل قد نجد تلميحات له في أوراق فلكيي القرن السابع عشر مثل يوهانيس كيبلر Johannes Kepler. وكما ذكر في مقدمة الكتاب، فإن لابلاس أوجد ما أسماه عامل الخطأ لموازنة الأخطاء الإحصائية في علم الفلك، وإنني أفضل تأريخ الثورة الإحصائية لجهود كارل بيرسون Karl Pearson في التسعينات من القرن التاسع عشر. أدرك تشارلز داروين Charles Darwin أن الاختلاف البيولوجي جانب أساسي في الحياة، واتخذه أساساً لنظريته البقاء للأقوى، بيد أن زميله الإنجليزي كارل بيرسون هو الذي أدرك طبيعة النموذج الإحصائي واختلافه عن النظرة الحتمية في علوم القرن التاسع عشر.

لم يكن يرد ذكر بيرسون إلا نادراً، عندما بدأت دراسة الإحصاء الرياضي في سنة 1960. ولمّا كنت ألتقي وأتحدث مع المسؤولين الكبار في هذا المجال لم أسمع أي ذكر منهم لأعماله، فإما أنه كان مُهملاً أو أنهم استصغروه، وقللوا من إنجازاته معتبرينها قديمة. فعلى سبيل المثال، يذكر تشرتشل آيزنهارت Churchill Eisenhart، من المكتب القومي الأمريكي للمقاييس، والذي كان يدرس في كلية الجامعة بلندن في السنوات الأخيرة من حياة كارل بيرسون، أنه كان رجلاً عجوزاً كئيباً، ألقته قفزة البحوث الإحصائية وأعماله في نفايات الماضي ونحّته جانباً. اعتاد طلاب الجامعة من الشباب اللامعين الاحتشاد تحت أقدام عظماء عصريين من أمثال ابن كارل بيرسون نفسه، لكن أحداً منهم لم يأتِ لرؤية كارل العجوز الوحيد، مبتعداً في مكتبه عن الصخب الممتع والإثارة بما جدّ في الأبحاث.

لم يدم الحال هكذا، فقد غادر الشاب كارل (سيك) بيرسون Carl (sic) Pearson، في سنة 1870 إنجلترا إلى ألمانيا لمتابعة تحصيله العلمي في العلوم السياسية. وهناك أصبح متيماً بأعمال كارل ماركس Karl Marx. وكإجلال لماركس قام بتغيير تهجئة اسمه الأول ليتماشى مع تهجئة اسم ماركس الأول. عاد إلى إنجلترا حاملاً شهادة الدكتوراه في العلوم السياسية، وكتب كتابين قيّمين في هذا المجال. لقد كانت لديه الجرأة لإنشاء نادٍ لنقاش الشباب والشابات Young Men's and Women's Discussion Club وسط إنجلترا الفيكتورية المتعجرفة آنذاك.

اجتمع الشباب والشابات في هذا النادي (بدون تكلف)، وبمساواة بين الجنسين على نمط لقاءات الطبقة الراقية في المجتمع الألماني والفرنسي، ليناقشوا المسائل السياسية والفلسفية في العالم. ولمجرد أن بيرسون قابل زوجته في هذا الجو الاجتماعي، يبين أنه كان له غاية أخرى وراء إنشاء النادي. وهذه المجازفة الاجتماعية تلقي الضوء على طبيعة تفكير كارل بيرسون الأصلية، واستخفافه التام بالعادات الراسخة.

كان اهتمام بيرسون الأول في الفلسفة العلمية وطبيعة النماذج الرياضية، رغم أنه حاز على شهادة دكتوراه في العلوم السياسية. نشر في الثمانينات من القرن التاسع عشر كتاب قواعد العلوم، وصدر منه عدة طبعات. يعتبر هذا الكتاب من أفضل الكتب في طبيعة العلوم والرياضيات لفترة ما قبل الحرب العالمية الأولى. لقد كان مليئاً بالأفكار الجديدة اللامعة، مما جعله كتاباً هاماً في مجال الفلسفة العلمية، وكان لأسلوبه البسيط السلس، الأثر في سهولة استيعابه على الجميع، فلم يلزم لقراءة وفهم قواعد العلوم معرفة بالرياضيات. ورغم مضي نحو مئة سنة على كتابته، إلا أن المفاهيم والأفكار الموجودة فيه مرتبطة بكثير من أبحاث القرن الحادي والعشرين، وبطبيعة العلوم السارية ليومنا هذا.

مختبر غالتون (البيومتري) للمقاييس البيولوجية

وقع بيرسون في هذه المرحلة من حياته، تحت تأثير

العالم الإنجليزي السير فرانسيس غالتون Sir Francis Galton، المعروف لدى معظم الناس «كمكتشف» بصمات الأصابع. إن اكتشاف خصوصية بصمات الأصابع لكل فرد، والطرق المستخدمة في معرفة وتحديد تلك البصمات هي لغالتون وحده. وتكمن خصوصية بصمات الأصابع في نمط العلامات غير المنتظمة والمرسومة على الأصابع، والتي تدعى «علامات غالتون». بل إن غالتون لم يكتف بذلك، ولكونه ثرياً وعالماً هاوياً يسعى لإضافة دقة الرياضيات إلى علم الأحياء من خلال دراسته لأنماط الأرقام، شمل أحد أوائل أبحاثه موضوع توارث العبقرية. جمع معلومات عن أزواج من الآباء والأبناء المشهورين بعبقريتهم. لكنه واجه صعوبات لعدم وجود سبل قياس جيدة لدرجة الذكاء في ذلك الزمن. قرر أن يبحث في السمات الوراثية سهلة القياس مثل الأطوال.

قام غالتون بإنشاء مختبر بيومتري (بيو من كلمة بيولوجيا، متري من وحدة القياس) في لندن، وأعلن عنه من أجل حضور العائلات لأخذ مقاساتها. قام في مخبره البيومتري بجمع مقاييس الأطوال والأوزان ومقاييس بعض العظام، وخصائص أخرى لأفراد العائلة، ثم جدوَلَ هذه البيانات مع مساعديه وفحصها مرات عدة. كان يبحث عن طريقة للتنبؤ بكيفية انتقال المقاييس من الآباء إلى الأبناء. إذ كان معلوماً مثلا أن الأبناء طويلي القامة يولدون من آباء طويلي القامة كذلك، ولكنه كان يبحث عن نموذج رياضي يتنبأ به أطوال الأبناء اعتماداً على أطوال آبائهم.

كارل بيرسون، (1857 ـ 1936) مع مجسم رافاييل ويلدون في الخلفية

الربط والارتداد

وهكذا اكتشف غالتون ظاهرة أسماها «الارتداد للوسط». فقد اتضح أن أبناء الآباء طويلي القامة أميل لأن يكونوا أقصر من آبائهم، وأبناء قصيري القامة أميل لأن يكونوا أطول من آبائهم، وكأن هنالك قوة غامضة تسبب في مسار أطوال الناس من الحد الأقصى باتجاه الوسط أو المعدل المعروف. وظاهرة الارتداد إلى الوسط هذه تشمل أموراً أوسع من أطوال الناس فقط، إذ غالباً ما تسيطر ظاهرة الارتداد إلى الوسط على كل الملاحظات العلمية. سنرى في الفصل الخامس والسابع كيف

تمكن ر.آ. فيشر R. A. Fisher من تحويل ظاهرة غالتون في الارتداد إلى الوسط إلى نماذج إحصائية تسيطر على الاقتصاد والأبحاث الطبية وكثير من الأمور الهندسية.

فكر غالتون باكتشافه المميز، وأدرك حقيقة أنه بالإمكان تنبؤ ذلك قبل القيام بتدوين ملاحظاته. فلنفترض، كما يقول، أن الارتداد إلى الوسط لم يحدث، فبذا يكون وسطي أطوال الأبناء مساوياً لوسطي أطوال آبائهم طويلي القامة، وسيكون طول بعض الأبناء أكثر من آبائهم (من أجل إسقاط معدل قصار القامة). وهكذا فإن معدل أطوال ذاك الجيل سيفوق أطوال آبائهم كذلك، وهكذا دواليك جيلاً بعد جيل. وبالمثل سيصبح بعض الأبناء أقصر من آبائهم، وبعض الأحفاد أكثر قصراً، وهكذا. وبعد بضعة أجيال، سيتكون العرق البشري من رجال بازدياد طول مستمر من جهة، وآخرين بازدياد قصر مستمر من جهة أخرى.

لا تجري الأمور هكذا، فأطوال الناس تميل وسطياً إلى الثبات. ويحدث هذا فقط إذا كان وسطي طول أبناء الآباء طوال القامة قصيراً، ووسطي طول أبناء قصار القامة طويلاً. إن ظاهرة الارتداد إلى الوسط تدعو إلى الثبات وتحافظ على «تماثل» صفات المخلوقات عبر الأجيال.

اكتشف غالتون مقياساً رياضياً لهذه العلاقة، وأسماه «معامل الربط». أوجد غالتون معادلة لحساب هذا الرقم من البيانات التي جمعها في المختبر البيومتري. إنها معادلة فريدة

من نوعها لقياس أحد جوانب الارتداد إلى الوسط، ولكنها لا تفيدنا مطلقاً عن سبب تلك الظاهرة. وهو أول من استخدم مصطلح الربط ليدل على هذا المعنى، فشاع استعماله بعد ذلك. غالباً ما تستخدم كلمة الربط لتعني أمراً أكثر إبهاماً عن معنى غالتون المحدد في معامل الربط. لهذه الكلمة جرس علمي، وغالباً ما يستعملها العامة لوصف الربط بين شيئين. يدل استخدامها من غير الرجوع إلى مقياس غالتون العلمي إلى عدم الدقة العلمية التي راعاها غالتون لغرضه المحدد.

التوزيع والمقاييس المتغيرة

اقترب غالتون بمعادلته عن الربط، من تلك الفكرة الثورية الجديدة التي ستحوّل مجرى كثير من علوم القرن العشرين، لكن تلميذه كارل بيرسون كان أول من أتم صياغة الفكرة.

يجب التخلص من أفكارك القديمة عن العلوم لاستيعاب تلك الفكرة الثورية. لقد درسنا أن العلوم غالباً ما تكون مبنية على أخذ المقاييس الدقيقة، لتُستخدم في صياغة المعادلات الرياضية التي تصف الطبيعة. لقد تعلمنا في فيزياء المرحلة الثانوية أن المسافة التي يقطعها الجسم الساقط، تتناسب مع الزمن بمعادلة رياضية تحتوي على الرمز ج الذي يمثل المعامل الثابت للتسارع. فقد تعلمنا أن نستخدم التجارب لتحديد قيمة ج، فلننظر إلى نتيجة سلسلة التجارب التي أجراها طالب الثانوية لتحديد قيمة ج. فهو يضع الأوزان الصغيرة لتتدحرج على سطح مائل فيقيس المدة

التي تقطعها للوصول إلى نقاط مختلفة على المنحدر، ماذا يحدث؟ نادراً ما تكون النتائج صحيحة. وبزيادة عدد مرات التجربة تزداد حيرة الطالب لتفاوت قيم ج من التجارب الكثيرة. ثم يقوم الأستاذ متفاخراً بعلمه مؤكداً للطلاب أنهم لم يحصلوا على الإجابة الصحيحة لعدم دقتهم أو لتقلهم أرقاماً خاطئة.

والذي لم يخبرهم به أن كل التجارب نادراً ما تكون دقيقة، ولا حتى أدق العلماء يحصلون على الرقم الصحيح، فقد يقع خلل غير متوقع وغير مرئي في كل تجربة. قد يكون جو الغرفة دافئاً بعض الشيء فيعيق انزلاق الأوزان لأعشار الثواني، أو حتى نسيم فراشة مارّة يكون له أثر. فكل ما يمكن الحصول عليه من التجارب هو أرقام مبعثرة لا يعطي أحدها الإجابة الصحيحة، لكن يمكن جمعها كلها لتقدير القيمة الصحيحة.

بالاستعانة بفكرة بيرسون الثورية، فإننا لا ننظر إلى نتائج التجارب كمقاييس دقيقة مستقلة بذاتها، بل هي مجرد أرقام مبعثرة، أو توزيع رقمي، إن صح التعبير. يمكن صياغة التوزيع الرقمي كمعادلة رياضية، تخبرنا بإمكانية حصول هذا الرقم الملاحظ على قيمة محددة. وتبقى القيمة التي يأخذها هذا الرقم من تجربة معينة قيمة لا يمكن التنبؤ بها، فلا يمكننا التكلم إلا عن احتمالية هذه القيم وليس عن حتميتها. إن نتائج التجارب المنفردة عشوائية أي أنه لا يمكن التنبؤ بنتائجها، لكن النماذج الإحصائية للتوزيع تمكننا من وصف الطبيعة الرياضية لتلك العشوائية.

لقد أخذت العلوم بعض الوقت لتدرك تأصل العشوائية في الملاحظة. قام فلكيو وفيزيائيو القرن الثامن والتاسع عشر بإيجاد معادلات رياضية تصف ملاحظاتهم لدرجة من الدقة المقبولة. كان الانحراف بين القيم الملحوظة والمُتنَبأ بها متوقعاً بسبب عدم دقة أجهزة القياس، وبالتالي أُبعدت. وافتُرِض أن الكواكب والأجرام الفلكية الأخرى تتبع مسارات محددة حسب المعادلات الأساسية للحركة. نُسِب الغموض إلى عدم دقة الأجهزة لا لأنه متأصل في الطبيعة.

أصبحت العشوائية الموجودة في الطبيعة أكثر وضوحاً مع تطوير أجهزة قياسية أكثر دقة في الفيزياء، وبمحاولات نقل علم المقاييس لعلوم الأحياء والاجتماع. كيف يمكن معالجة ذلك؟ إحدى الوسائل تكمن بالحفاظ على المعادلات الرياضية الدقيقة، وبمعالجة الانحراف بين القيم الملحوظة والمُتنَبأ بها كخطأ صغير لا قيمة له. في الواقع وفي سنة 1820، فإن الدراسات الرياضية التي قام بها لابلاس La Place تصف الاحتمال التوزيعي الأول، والخطأ التوزيعي، على أنها صيغ رياضية للاحتمالات المصاحبة لتلك الأخطاء الصغيرة وغير الهامة. اشتهر خطأ التوزيع وعُرف باسم «المنحنى الجرسي» أو التوزيع القياسي[1].

(1) يدعى أحياناً بالتوزيع الغاوسي تكريماً لمن كان يعتقد أنه أول من صاغه، بيد أنه لم يكن كارل غاوس بل رياضي سبقه اسمه أبراهام دي =

لقد تطلب الأمر من بيرسون أن يمضي خطوة إلى ما وراء التوزيع القياسي أو خطأ التوزيع. فبالنظر إلى البيانات المتراكمة في علم الأحياء، عبّر بيرسون عن المقاييس نفسها بدلاً من أخطائها، باحتوائها على التوزيع الاحتمالي. أي أن كل ما نقيسه هو حقيقة جزء من البعثرة العشوائية، توصَف احتمالاتها بمُعامل رياضي هو المُعامل التوزيعي. اكتشف بيرسون مجموعة من المُعاملات التوزيعية أسماها «التوزيع الانحرافي» مدعياً أنها تصف أي نوع من البعثرة قد يراها العالم في البيانات. كل توزيع في هذه المجموعة يمثل أربعة أرقام.

تختلف الأرقام التي تمثل المُعامل التوزيعي عن «الأرقام التي تستخدم في المقاييس». لا يمكن ملاحظة هذه الأرقام بل تُستنتج من طريقة بعثرة المقاييس. سُمّيَت هذه الأرقام لاحقاً بالمتغيرات parameters مأخوذة من اليونانية «كأنها مقاييس»، والمتغيرات الأربعة التي تصف تماماً أيّ جزء من نظام بيرسون تدعى:

1 ـ **الوسط**: القيمة الوسطية التي تتناثر حولها المقاييس،

2 ـ **الانحراف القياسي**: إلى أي مدى تتناثر معظم

= موافر Abraham de Moivre الذي كان أول من كتب معادلة التوزيع. وهناك سبب جوهري لتصديق أن دانييل بيرنوللي تطرق للمعادلة من قبل. كل هذا مثال لما أسماه المؤرخ العلمي المعاصر ستيفن ستيغلر Stephen Stigler بتزييف التسمية misonomy، وأنه لا يوجد في الرياضيات ما سُمّي تبعاً لمكتشفه.

المقاييس حول الوسط،

3 ـ **التناظر**: الدرجة التي تتراكم فيها المقاييس على أحد جوانب الوسط،

4 ـ **قياس الذروة**: إلى أي بعد تتناثر القياسات النادرة عن الوسط.

هناك نقلة حادة في التفكير مع نظام بيرسون للتوزيع الانحرافي، فكانت الـ «أشياء» التي اهتمت بها العلوم قبله حقيقية ومعقولة. قام كيبلر Kepler بمحاولة اكتشاف القوانين الرياضية التي تصف حركة الكواكب في الفضاء. حاولت تجارب وليام هارفي William Harvey أن توضح مسرى الدم في أوردة وشرايين حيوان معين. وقامت الكيمياء بالتعامل مع العناصر والمركبات المكونة من العناصر. لكن الكواكب التي قام كيبلر بترويضها، هي عبارة عن مجموعة أرقام تحدد مواقع في السماء، يمكن لأهل الأرض ملاحظة أنوارها الساطعة. كما أن المسار الدقيق للدم خلال أوردة أحد الأحصنة يختلف عند حصان آخر، أو لإنسان معين. ولم يتمكن أحد من إنتاج عينة نقية من الحديد رغم كونه معروفاً كعنصر.

أوضح بيرسون أن تلك الظواهر الملحوظة ليست إلا مجرد انعكاسات عشوائية، وما كان حقيقياً هو التوزيع الاحتمالي. فليست «الأشياء» الحقيقية في العلوم هي تلك التي نستطيع ملاحظتها أو إمساكها، بل إنها الوظائف الرياضية التي تصف عشوائية ما يمكننا ملاحظته. فما ينبغي أن نقرره في التحريات

العلمية هي متغيرات التوزيع الأربعة. لن نتمكن أبداً تقرير هذه المتغيرات الأربعة، لكننا نستطيع أن نقدرها من البيانات.

فشل بيرسون في إدراك هذا الفرق الأخير، فقد كان يظن انه إذا قمنا بجمع بيانات كافية فإن تقدير المتغيرات سيزودنا بقيم هذه المتغيرات الحقيقية. أوضح منافس بيرسون، الشاب رونالد فيشر Ronald Fisher، أن كثيرا من أساليبه في التقدير لم تكن متقنة. وفي نهاية الثلاثينيات وباقتراب نهاية حياة كارل، أظهر الرياضي البولندي اللامع جرزي نيمان Jerzy Neyman، أن نظام بيرسون في التوزيع الانحرافي، لم يغطّ كل نماذج التوزيع المحتملة، وأن نظامه غير قادر على إيجاد حلول لكثير من المسائل المهمة.

فلندع كارل بيرسون، العجوز المنبوذ في سنة 1934 ولنعد إلى من كان نشيطاً في نهاية الثلاثين من عمره والممتلئ حيوية لاكتشافه التوزيع الانحرافي. لقد استولى في سنة 1897 على مختبر غالتون البيومتري في لندن، وجمع حشداً من الشابات (يُدعوْن «بالحاسبات»)، لحساب متغيرات التوزيع المصاحبة للبيانات التي قام غالتون بجمعها على المقاييس البشرية. وبدخول القرن الجديد، جمع غالتون وبيرسون ورافاييل ويلدون Raphael Weldon، جهودهم لإنشاء مجلة علمية تقوم بتطبيق أفكار بيرسون على البيانات الحيوية. استخدم غالتون ثروته لإنشاء صندوق يدعم هذه المجلة الجديدة. أوضح المحررون خطتهم الطموحة في الطبعة الأولى.

خطة البيومتريكا

كان غالتون، وبيرسون، وويلدون من طاقم العلماء البريطانيين المتحمسين، الذين توغلوا في مفاهيم أحد أعضائهم البارزين وهو تشارلز داروين Charles Darwin. تنص نظريات داروين في تطور الكائنات، أن أشكال الحياة تتغير استجابة لضغوط البيئة. فاقترح أن تغيير البيئات يعطي فرصة بسيطة لتلك التغيرات العشوائية، التي تتلاءم بشكل أفضل مع البيئة الجديدة. فباستمرارية التغيّر البيئي وباستمرارية تحوّل أشكال الحياة عشوائياً، تنشأ تدريجياً نوعيات جديدة من الكائنات أكثر تلاؤماً في العيش والتكاثر في البيئة الجديدة. سُمّيت هذه الفكرة اختصاراً بـ «البقاء للأقوى». كان لها أثر سيئ على المجتمع عندما كيفها السياسيون المتعرجون مع الحياة الاجتماعية، مصرحين أن كل من خرج منتصراً على الأغنياء في الحرب الاقتصادية، كان أكثر ملاءمة من الذين غاصوا في الفقر، وأصبحت فكرة البقاء للأقوى مبرراً للرأسمالية المنحدرة، تعطي الأغنياء السلطة الأدبية لإهمال الفقراء.

لكن أفكار داروين بدت وكأن لها مصداقية كبرى في العلوم البيولوجية. استطاع داروين أن يشير إلى أوجه الشبه بين الكائنات ذات الصلة ببعضها، وكأنها ترمز إلى كائنات سابقة قد خرجت منها تلك الجديدة. أوضح داروين كيف أن الطيور

الصغيرة ذات الاختلاف البسيط، والتي تعيش في جزر نائية، لها طبيعة تشريحية متشابهة، وأشار إلى وجه الشبه بين أجنة الكائنات المختلفة، إضافة إلى جنين الإنسان الذي يبدأ بظهور الذيل.

إن الشيء الوحيد الذي لم يستطع داروين توضيحه، هو مثال لنوعية كائن جديد نشأ خلال تاريخ البشرية. لقد زعم داروين أن الكائنات الجديدة تنشأ بسبب بقاء الأقوى، لكنه لم يبرهن مزاعمه. كل ما كان عليه عرضه هو كائن متطور «يتلاءم» جيدا مع بيئته. اتضح أن فرضيات داروين تلائم ما كان معروفاً وكانت مبنية منطقياً، لكن وكما تقول حكمة يهودية قديمة فإن «النموذج ليس ببرهان».

قام بيرسون وغالتون وويلدون بتصحيح هذه الفكرة في مجلتهم. فمن وجهة نظر بيرسون للحقيقة، أنها هي التوزيع الاحتمالي، لم تكن عصافير داروين (وهي مثال هام استخدمه في كتابه) مادة علمية للبحث، بل كان التوزيع العشوائي لصنف ما من العصافير هو مادة البحث. فإذا قمنا بقياس أطوال مناقير كل عصافير صنف ما، سيكون لمُعامل توزيع أطوال المناقير، المتغيرات الأربعة الخاصة بها، وبالتالي فإن هذه المتغيرات الأربعة تمثل أطوال المناقير لهذا الصنف.

يقول بيرسون، لنفترض أن هناك قوة بيئية تغير نوع كائنات ما، بتزويد بعض مورثاتها عشوائياً أساليب بقاء متميزة. قد لا

نتمكن من العيش طويلاً لنرى نشوء نوعية كائنات جديدة، ولكننا قد نتمكن من ملاحظة تغيير في متغيرات التوزيع الأربعة. صرح المحررون الثلاثة في الطبعة الأولى، أن مجلتهم ستقوم بجمع البيانات من جميع أنحاء العالم ثم تحدد متغيرات التوزيع، آملين أن يُظهروا نماذج تحوّل المتغيرات متماشية مع التغير البيئي.

قاموا بتسمية مجلتهم بيومتريكا، التي تم تمويلها بسخاء من قبل صندوق بيومتريكا الذي أنشأه غالتون. صرف عليها أموالاً طائلة فكانت أول مجلة تنشر صوراً ملونة ومطويات رسومات معقدة مطبوعة على ورق فاخر، واشتملت على معادلات رياضية معقدة، حتى لو احتاجت طباعتها إلى تنضيد معقد باهظ الثمن.

أصدرت بيومتريكا خلال خمس وعشرين سنة بيانات من مراسلين توغلوا في غابات أفريقية، لقياس القصبة الصغرى والكبرى للسكان الأصليين، ولقياس أطوال مناقير الطيور الاستوائية الغريبة في غابات أمريكا الوسطى، وأغاروا على القبور القديمة لاكتشاف الجماجم البشرية وتفريغها لقياس سعتها. وفي سنة 1910، أصدرت المجلة مجموعة صور ملونة لأعضاء ذكرية مترهلة لأقزام ممددة على سطح مستوٍ بجوار عصى القياس.

وفي سنة 1921، قامت جوليا بيل Julia Bell وهي إحدى المراسلات الشابات بوصف المشاكل التي تعرضت لها أثناء

محاولتها أخذ مقاييس بشرية لأفراد الجيش الألباني. غادرت فيينا متجهة إلى نقطة حدود نائية في ألبانيا ظانة أنها ستجد مسؤولين يتكلمون اللغة الألمانية ليساعدوها. وعندما وصلت لم يكن هناك إلا شاويش واحد لا يعرف إلا ثلاث كلمات ألمانية. لم يثن ذلك عزيمتها بل أخرجت عصا القياس البرونزية، وأفهمت الشباب مقصدها بدغدغتهم حتى رفعوا أيديهم أو أرجلهم كما أرادت.

قام بيرسون ومحاسبوه بتقدير المتغيرات الأربعة في التوزيع لكل مجموعة من البيانات المعطاة. تمثل المقالات بيانياً أفضل توزيع ملائم وبعض الملاحظات عن كيفية اختلاف هذا التوزيع عن توزيع آخر ذي بيانات ذات صلة أخرى. وبرؤيا رجعية، سنجد صعوبة في فهم كيفية مساهمة تلك النشاطات لتأكيد نظريات داروين، تولد لدي انطباع بعد قراءة عدة طبعات من البيومتريكا أنها أصبحت مجهوداً لذاتها من غير هدف حقيقي، اللهم إلا لتقدير متغيرات مجموعة من البيانات.

حوت المجلة مقالات أخرى يتعلق بعضها بالرياضيات النظرية التي تتعامل مع مسائل نبعت من تطوير التوزيع الاحتمالي. فعلى سبيل المثال وفي سنة 1908، نشر كاتب غير معروف تحت اسم زائف «طالب» نتائج كان لها دور في معظم الأعمال العلمية الحديثة، وهي تجربة ت لـ «طالب». سنلتقي مع هذا الكاتب المجهول في الفصول المقبلة ونبحث في دوره غير المحظوظ في التسوية بين كارل بيرسون وروناللد فيشر.

توفي غالتون في سنة 1911، وتوفي ويلدون قبل ذلك في حادث تزحلق في جبال الألب، وبهذا أصبح بيرسون هو المحرر الوحيد للبيومتريكا والمنفق الوحيد من صندوقها. أصبحت للسنوات العشرين المقبلة مجلته الخاصة تنشر ما كان يراه مهماً مستبعداً ما لم يره كذلك. كانت مليئة بمقالاته التي أطلق فيها لخياله الخصب ليحوم حول مواضيع عدة. أظهر تجديد الكنيسة الإيرلندية القديمة، عظاماً موجودة في الجدران، فاستخدم بيرسون أساليب رياضية معقدة ومقاييس مأخوذة من هذه العظام، لتحديد ما إذا كانت هذه العظام تخص في الواقع قديساً معيناً في القرون الوسطى. وجدت جمجمة اعتقد أنها جمجمة أوليفر كرومويل Oliver Cromwell. قام بيرسون ببحث ذلك في مقالته الرائعة التي وصفت القدر المعروف لجثة كرومويل، ومن ثم قارن المقاسات من صور رسمت له بمقاسات مأخوذة من جمجمته[2]. وفي مقالات أخرى درس

(2) بعد إحياء الملكية، التي تبعت دكتاتورية كرومويل، اتفق طرفا الحرب الأهلية في بريطانيا أن الحكام الجدد لا يستطيعون إعدام أتباع كرومويل الأحياء. لكن اتفاقهم غفل عن ذكر الأموات، لذلك نُبش جثمان كرومويل واثنين من القضاة الذين أصدروا حكم الإعدام لتشارلز الأول Charles I لمحاكمتهم بجريمة قتل الملك. تمت إدانتهم وقطعت رؤوسهم ثم وضعت على رماح في ويست مينيستر آبي Westminster Abbey. بقيت هذه الرؤوس الثلاثة في مكانها لسنوات ثم اختفت. ظهر أحد هذه الرؤوس والذي يُعتقد أنه لكرومويل في «متحف» بلندن، وهو الرأس الذي فحصه بيرسون، وأكد في النهاية أنه فعلا يخص أوليفر كرومويل.

بيرسون طول مدة حكم الملوك، وانهيار النبلاء في العهد الروماني القديم، عَزا العلوم الاجتماعية والسياسية وعلم النبات بتمويه رياضي معقد.

نشر بيرسون قبل موته بقليل مقالة قصيرة بعنوان «علاقات اليهود بالأمميين». قام خلالها بتحليل بيانات مقاييس أجسام اليهود مع الأمميين في مختلف أنحاء العالم. فتوصل إلى النظريات العرقية للقومية الاشتراكية، وهي المسمى الرسمي للنازيين، كان مجرد هراء، وأنه لا وجود لعرق يهودي أو حتى عرق آري. اتفقت هذه الورقة الأخيرة مع أسلوبه الواضح المنطقي المبرهن والمتبع في أعماله السابقة.

استخدم بيرسون الرياضيات للكشف عن عدة جوانب من الفكر البشري يعتبرها قليلون أموراً من صميم العلوم. وبقراءة افتتاحياته في مجلة البيومتريكا تجد رجلا له سلسلة من الاهتمامات العلمية، وقدرة في الوصول إلى قلب المسألة وإيجاد نموذج رياضي لمواجهتها. ومن خلال قراءة افتتاحياته تجد رجلاً قوي الإرادة، متشبثاً برأيه، يرى في أتباعه وطلابه امتداداً لرغباته. أعتقد أنني كنت سأستمتع بقضاء يوم مع كارل بيرسون بشرط أن لا أخالفه الرأي.

هل أثبتوا صحة نظرية داروين في التطوير من خلال البقاء للأقوى؟ ربما. أوضحوا من خلال مقارنتهم لتوزيع سعة الجماجم في المقابر القديمة بتلك الجماجم الحديثة من الرجال والنساء، أن الصنف البشري ثابت بشكل ظاهر ولآلاف السنين.

فأبطلوا حجج بعض الأستراليين بأن البدائيين ليسوا بشراً، وذلك بتوضيح أن المقاييس الجسمية للبدائيين لها نفس توزيع المقاييس المأخوذ من الأوروبيين. وبهذا العمل، طوّر بيرسون أداة أساسية في الإحصاء عرفت «باختبار جودة القوة»، وهي أداة لا غنى عنها في العلوم الحديثة، إذ تساعد العلماء على تحديد ما إذا كانت مجموعة من الملاحظات ملائمة لمُعامل توزيع رياضي. سوف نرى في الفصل العاشر كيف استخدم ابن بيرسون اختبار جودة القوة لتثبيط كثير من إنجازات والده.

ازداد عدد مقالات البيومتريكا بتقدم القرن العشرين التي تعرضت للمسائل النظرية في الإحصاء الرياضي، وقليل منها تعرض لتوزيع بيانات معينة. واكتمل الانتقال إلى الرياضيات النظرية عندما تولى إيغون بيرسون Egon Pearson ابن كارل بيرسون تحرير المجلة. تعتبر البيومتريكا المجلة الرائدة في هذا المجال في يومنا هذا.

لكن هل أثبتوا أن البقاء للأقوى؟ إن أقرب ما توصلوا إليه في ذلك، كان في أوائل القرن العشرين. تخيّل رافاييل ويلدون وجود تجربة عظيمة. سبب تطور مصانع القدور الصينية في جنوب إنجلترا في القرن الثامن عشر، امتلاء بعض الأنهر بالطمي، فتأثرت موانئ بلايموث Plymouth و دارتموث Dartmouth، بأن أصبحت المناطق الداخلية أكثر تأثراً بالطمي من تلك القريبة من البحر. أخذ ويلدون مئات السلاطعين من الموانئ، ووضعها في أوعية زجاجية. استخدم في نصف تلك

الأوعية ماءً ممزوجاً بالطمي مأخوذاً من داخل الموانئ، واستخدم في النصف الآخر ماءً نقياً مأخوذاً من خارج الموانئ. ثم قام بقياس دروع السلاطعين التي بقيت حية بعد مضي فترة من الزمن وحدد متغيرات توزيعيّ السلاطعين: التي بقيت حية في المياه النقية والتي بقيت حية في المياه المختلطة بالطمي.

أبدت السلاطعين التي عاشت في أوعية الطمي تغيراً في متغيرات التوزيع كما توقع داروين! ولكن هل يثبت هذا صحة نظريات التطور؟ توفي ويلدون لسوء الحظ قبل أن يدون نتائج تجربته. قام بيرسون بوصف التجربة ونتائجها بتحليل تمهيدي للبيانات، ولكن لم يُجرَ التحليل النهائي أبداً. طلبت الحكومة البريطانية التي موّلت التجربة تقريراً نهائياً. لم يصدر التقرير النهائي أبداً. توفي ويلدون وبموته انتهت التجربة.

اتضح وبمرور الأيام أن نظريات داروين لها جانب من الصحة، مع نوعية الكائنات قصيرة العمر كالبكتيريا وحشرات الفاكهة. استطاع العلماء باستخدام هذه الكائنات من إجراء تجاربهم على آلاف الأجيال وفي فترة زمنية قصيرة. إن البحوث الحديثة في الأحماض النووية أو الـ دي.إن.إي DNA، وهي أسس الصفات الوراثية، زودتنا بدلائل قوية توضح العلاقات بين الكائنات. إذا افترضنا أن معدل التغير في المورثات كان ثابتاً خلال ملايين السنين الماضية، فإنه يمكن استخدام دراسات الـ دي.إن.إي لتقدير الإطار الزمني لنشأة نوعيات من الثدييات البدائية وغيرها من الثدييات. إنها تستغرق على أقل تقدير مئات

آلاف السنين. لذا فإن معظم العلماء الآن يتقبلون صحة آلية نظرية داروين للتطوير، إذ لم تظهر آلية نظرية أخرى توافق جميع البيانات المعروفة بهذا الشكل الجيد. لقد اكتفى العلم بذلك، وسقطت فكرة احتياج المرء إلى تحديد التبديل في متغيرات التوزيع لإثبات التطوير.

ولم يبق من الثورة البيرسونية إلا فكرة أن «الأشياء» في العلوم تعتمد على معامل التوزيع الرياضي، الذي يصف الاحتمالات المصاحبة للمشاهدة، ولا يعتمد على المشاهدة فقط. تستخدم البحوث الطبية الآن نماذج رياضية دقيقة في التوزيع، لتقدير الأثر المتوقع من المعالجة على المدى الطويل. ويستخدم علماء الاجتماع والاقتصاد التوزيع الرياضي لوصف سلوك المجتمعات البشرية. يستخدم الفيزيائيون التوزيع الرياضي لوصف الذرات الصغيرة جداً، وذلك باتباع ميكانيكية الكم. لم تنجُ جوانب العلم كلها من هذه الثورة. يدعي بعض العلماء أن استخدام التوزيع الاحتمالي هو بديل مؤقت، وسنتمكن بمرور الأيام من إيجاد طريقة للعودة إلى حتمية القرن التاسع عشر في العلوم. والقول المأثور لآينشتاين Einstein أنه لا يعتقد أن الإله يلعب النرد مع الكون هو مثال لهذه الرؤيا. يعتقد آخرون أن الطبيعة هي في الأساس عشوائية والحقيقة الوحيدة تكمن في معامل التوزيع. وبغض النظر عن فلسفة كل شخص، تبقى الحقيقة واضحة أن أفكار بيرسون عن معامل التوزيع والمتغيرات، سيطرت على علوم القرن العشرين لتقف منتصرة على عتبة القرن الحادي والعشرين.