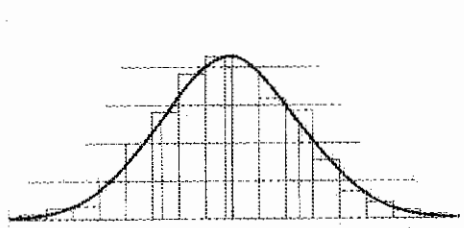

الفصـــــل

20

# كان مجرد شاب بسيط من تكساس

كانت الأبحاث الرياضية في نهاية العشرينات ـ وعندما غادر ساموبل س. ويلكس Samuel S. Wilks مزرعة عائلته في تكساس للدراسة في جامعة إيوا ـ تقيس تأثير الأفكار التجريدية الجميلة. كانت حقول تجريدية صافية كرموز منطقية، ونظرية المجموعات وحدود الطوبولوجيا، ونظرية الأعداد الموغلة تنتشر بقوة في الجامعات. صار مستوى التجريد عظيماً لدرجة يضيع فيها كل إيحاء من مشاكل الحياة الحقيقية الذي قد يثير الأفكار الأولية في هذه المجالات. انغمس علماء الرياضيات في البديهيات التي أشار إليها اليوناني اقليدس Euclid على أنها أساسيات الرياضيات؛ ووجدوا فرضيات غير مثبتة خلف تلك البديهيات. فقاموا بتنقية الرياضيات من مثل هذه الفرضيات، باحثين في أساسيات البناء الرياضي من الأفكار

المنطقية، وتوغلوا بشكل واضح كما يبدو في الأفكار المتناقضة ذاتياً، مثل المنحنيات الفراغية والأشكال ذات الأبعاد الثلاثة التي كان لها أثر، ولم يكن لها أثر في آن واحد في كل مكان. بحثوا أيضاً في ترتيب اللانهاية، وفي «الفراغات» مع الأبعاد الكسرية . لقد كانت الرياضيات في أوج الموجة الشاملة من الفكر التجريدي المثير، بعيداً تماماً عن أي حس واقعي.

لم يصل المسار التجريدي إلى أبعد الحدود عملياً مثل ما كان عليه بأقسام الجامعات الأمريكية. كانت المطبوعات الرياضية للمجتمع الرياضي الأمريكي في الصف الأول من بين المجلات الرياضية العالمية، واندفع علماء الرياضيات الأمريكيون نحو حدود الأفكار التجريدية. وبعد عدة سنوات أظهر سام ويلكس حزنه، لقد أصبحت هذه الأقسام، تنذر فرص الفكر النقي، وتتخلص من أفضل عقول الخريجين الأمريكيين.

تخرج سام ويلكس من الدورة الرياضية الأولى في إيوا، وكان أستاذه ر.إ. مور R.L. Moore، الأستاذ الأكثر شهرة في كلية الرياضيات في الجامعة. أدخلت دورة مور في الطوبولوجيا ويلكس للعالم الرائع من التجريد غير العملي. أوضح مور ازدراءه للعمل النافع، وأصر هلى أن الرياضيات التطبيقية هي في مستوى غسل الصحون وتنظيف الطرقات. ومثل هذا السلوك كان طعناً في الرياضيات منذ زمن اليونانيين القدامى. هناك قصة تروى عن اقليدس وهو يدرّس إبن أحد النبلاء، قام بمراجعة

برهان رائع بشكل واضح لإحدى النظريات. وبالرغم من طموح اقليدس، إلا أن طلبته لم يتأثروا وتساءلوا عن أهمية ذلك البرهان. وإضافة إلى ذلك نادى اقليدس خادمه وقال: «أعط الشاب قطعة نحاسية. يبدو أنه يجب عليه أن يكتسب من علومه».

أرغمت المشرفة على رسالته، إيفيريت ف. لنكويست Everett F. Linquist، سام ويلكس للرضوخ للتطبيقات العملية، عندما كان يبحث عن موضوع لرسالة الدكتوراه في إيوا. كانت لينكويست التي كانت تعمل في رياضيات التأمين، مهتمة في المجال الجديد المتطور من الإحصاء الرياضي، وعرضت مشكلة من ذلك المجال على ويلكس. ولم تكن سمعة الإحصاء الرياضي في ذلك الوقت بالجيدة، على الأقل بين الأقسام الرياضية في الجامعات الإنجليزية والأمريكية. كانت أعمال ر.آ فيشر الرائدة والعظيمة تنشر في المجلات « المتطرفة» مثل مجلة المعاملات الفلسفية للمجتمع الملكي في إيدنبيرغ Philosophical Transactions of the Royal Society of Edinburgh. وكان يُقلل من شأن مجلتي المجتمع الإحصائي الملكي والبيومتريكا، لأنها مطبوعات تظهر الأرقام الإحصائية في جداول. قام هنري كارفر Henry Carver من جامعة ميتشيغان بتأسيس مجلة جديدة بعنوان سجلات الإحصاء الرياضي، ولكنها كانت دون المستوى لمعظم الرياضيين ليهتموا بها. اقترح لينكويست مسألة مثيرة في الرياضيات التجريدية والتي نشأت من نظرية قياسات تستخدم في

علم النفس التعليمي. قام ويلكس بحل هذه المسألة واستخدمها في رسالة الدكتوراه، ونشرت النتائج في مجلة علم النفس التعليمي.

لم يكن هذا الأمر بالإنجاز العظيم لعلماء الرياضيات البحتة. وكان مجال علم النفس التعليمي تحت مستوى اهتماماتهم. ولكن من المفترض لرسالة الدكتوراه أن تكون الخطوة التجريبية الأولى في عالم البحث، ولا يُتوقع إلا لقليل من الطلاب أن يحققوا إنجازات هامة في رسالاتهم. ذهب ويلكس إلى جامعة كولومبيا لقضاء سنة قبل التخرج (في الدورة التي كان من المتوقع فيها أن يزيد من قدرته على التعامل مع الأفكار التجريدية النقية للرياضيات الهامة). وصل في خريف سنة 1933 إلى جامعة برينستون، بعد أن تولى منصب أستاذ رياضيات.

## الإحصاء في برينستون

كان قسم الرياضيات في جامعة برينستون منغماً كغيره من أقسام الجامعات الأمريكية في التجريديات الرزينة والجميلة. سيتم في سنة 1939 إنشاء معهد الدراسات العليا بالجوار، ومن بين أعضائه جوزيف هـ.م. ويدربورن H.M. Wedderburn، الذي طور الفكرة العامة بأكملها للمجموعات الرياضية المتناهية. وكان في المعهد أيضاً هيرمان ويل Hermann Weyl، الذي اشتهر بعمله في الفراغات التي لا أبعاد لها، وكورت غودل

Kurt Godel الذي طور علم الجبر. كان لهؤلاء الرجال أثر في كلية برينستون، والتي لها نصيبها من علماء الرياضيات المشهورين عالمياً، ومن الرواد بينهم سولومن ليفشتز Solomon Lefshetz الذي فتح الأبواب للحقل التجريدي الجديد من الطوبولوجيا الجبرية[1].

كان سام ويلكس محظوظاً لكون لوثر آيزنهارت Luther Eisenhart رئيساً لقسم الرياضيات في كلية برينستون، بالرغم من الميل العام تجاه التجريد. اهتم آيزنهارت في كل أنواع المساعي الرياضية وشجع أعضاء الكلية الجدد لاتباع ميولهم. وظف آيزنهارت ويلكس لاعتقاده بمستقبل هذا الحقل الجديد من الإحصاء الرياضي. وصل سام ويلكس إلى برينستون مع زوجته، متتبعاً رؤية ما في الرياضيات التطبيقية أبعدته عن بقية أعضاء القسم. كان ويلكس محارباً رقيقاً. كان يسترضي الجميع بسلوكه «الشعبي» لشاب قروي من تكساس، وكان مهتماً بالناس كأشخاص بحد ذاتهم وباستطاعته إقناع الآخرين باتباع آرائه. تميّز في تنظيم أنشطة العمل من أجل تحقيق أهداف صعبة.

غالباً ما كان ويلكس يصل إلى لب المسألة، وسرعان ما يجد لها حلاً بينما ما يزال الآخرون يحاولون فهم السؤال. لقد

(1) كان هناك شخص آخر في المعهد يدعى ألبرت أينشتاين Albert Einstein. ولكنه كان عالم فيزياء، وبما أن إنجازاته كانت أكثر تعقيداً من دور «تنظيف الطرقات»، كانت أعماله ملطخة بشدة بالتطبيقات من «الحياة الحقيقية».

كان جاداً ونشيطاً في عمله وأقنع الآخرين ليعملوا بجدية مثله. صار محرراً لمجلة سجلات الإحصاء الرياضي بعد وصوله إلى برينستون بقليل، وهي المجلة التي ابتدأها هنري كارفر. رفع ويلكس من مستوى نشر المجلة، واستقدم طلابه المتخرجين للعمل في تحريرها. أقنع جون تاكي John Tukey العضو الجديد في الكلية الذي له اهتمامات أولية بالرياضيات التجريدية، بأن ينضم إليه في البحث الإحصائي. وتبنى سلسلة متعاقبة من الخريجين الذين خرجوا لإنشاء، أو تجهيز الأقسام الإحصائية الجديدة في عدة جامعات بعد الحرب العالمية الثانية.

قادت رسالة ويلكس الأولى في علم النفس التعليمي إلى أن يعمل في خدمات الفحوص التعليمية، وساعد هناك في تشكيل مراحل نماذج الاختبارات وفي تقنية وضع العلامات لاختبار دخول الكلية، كذلك في الاختبارات التعليمية التخصصية الدقيقة. حدد عمله النظري الدرجة التي قد تختلف فيها الرسوم البيانية الهامة للدرجات مع إعطاء نتائج مشابهة. كان على اتصال بوالتر شوهارت Walter Shewhart[2]، في

(2) تقوم اليوم معظم أقسام مراقبة الجودة في الصناعة باستخدام جداول شوهارت لمتابعة الاختلافات في الإنتاج. واسم شوهارت هو مثال جزئي لقانون ستيغل في تزييف التسمية. لقد اتضح أن التركيبة الرياضية الحقيقية لجدول شوهارت تم تقديمها مسبقاً من قبل غوبست (الطالب) وقد نراها في الكتب المدرسية القديمة ل جورج أدني يول George Udny Yule. ولكن شوهارت أوضح طريقة تطبيق هذه التقنية على مراقبة الجودة ونشرها كعلم منهجي فعال.

مختبرات الاتصالات الهاتفية، الذي بدأ بتطبيق نظريات فيشر في تصميم التجارب على رقابة الجودة الصناعية.

## الإحصاء وجهود الحرب

تركزت بقدوم الأربعينيات، معظم أعمال ويلكس الهامة على تقديم استشاراته لمكتب أبحاث البحرية Office of Naval Research (ONR في واشنطن. كان ويلكس مقتنعاً أن بإمكان أساليب التصميم التجريبي أن تحسن الأسلحة، ونظام القتال في القوات البحرية، ووجد آذاناً صاغية في الـ ONR. وبدخول الولايات المتحدة الحرب العالمية الثانية، أصبحت القوات العسكرية والبحرية مستعدتين لتطبيق الأساليب الإحصائية في النسخة الأمريكية لبحث العمليات. أعد ويلكس مجموعة الأبحاث الإحصائية-برينستون Statistical Research Group-Princeton (SRG-P تحت لواء أبحاث الدفاع الوطني. جند الـSRG-P بعض الشبان اللامعين في الرياضيات والإحصاء، كان الكثير منهم حقق إنجازات ضخمة للعلوم في السنوات التي تلي الحرب. وشمل ذلك جون تاكي (الذي انتقل كلياً للتطبيقات العلمية)، وفريدريك موستللر (الذي يستمر في إنشائه عدة أقسام للإحصاء في هارفرد)، وثيودور و. أندرسون Theodore W. Anderson (الذي أصبح كتابه المنهجي عن الإحصاء بأشكاله المتعددة بمثابة الإنجيل)، وأليكساندر موود Alexander Mood (الذي احدث تطورات أساسية في نظرية التطورات الاتفاقية)، وتشارلز وينسور Charles Winsor (الذي وهب اسمه لصف

بأكمله للأساليب الحسابية)، وغيرهم.

يصف ريتشارد أندرسون، Richard Anderson، الذي كان يعمل في ذلك الوقت كخريج مع SRG-P ، المحاولات التي بُذلت من أجل إيجاد أساليب للقضاء على الألغام الأرضية. علم الجيش الأمريكي باقتراب الغزو الياباني، وأن اليابانيين طوروا ألغاماً أرضية لامعدنية بشكل لا يمكن اكتشافها بالوسائل المعروفة. قاموا بزرع تلك الألغام بنماذج عشوائية حول الشاطئ الياباني، وعلى طول كل طرق الغزو الممكنة. كانت ضحايا الأموات تقدر بمئات الألوف من هذه الألغام فقط. فكان من الضروري جداً إيجاد طريقة للقضاء عليها. فشلت محاولات إسقاط القنابل من الطائرات على تلك الألغام في أوروبة. استعد أندرسون وغيره من مجموعة SRG-P لتصميم وإعداد التجارب في استخدام صفوف من الحبال المتفجرة للقضاء على الألغام. ومن أحد أسباب إسقاط القنبلة الذرية على اليابان، حسب أندرسون، أن كل الحسابات والتجارب التي أجروها أوضحت أنه من المستحيل تفجير مثل هذه الألغام بمثل هذه الوسائل.

عملت المجموعة حول فعالية قنابل المفرقعات المتقاربة في القذائف المضادة للطائرات. ترسل قنابل المفرقعات المتقاربة إشارات رادار، وتنفجر عند اقترابها من الهدف. ساعدت المجموعة في تطوير بداية القنابل الذكية التي يمكن توجيهها نحو الهدف. عملوا في أجهزة تعيين المدى وفي عدة أنواع من المتفجرات. وجد أعضاء الـ SRG-P أنفسهم يقومون بتصميم

التجارب وتحليل البيانات في مختبرات المعدات الحربية وبالتسهيلات العسكرية والبحرية في كل أنحاء الدولة. ساعد ويلكس بتنظيم مجموعة ثانية، تدعى مجموعة البحث الإحصائي برينستون، الصغرى SRG-Pjr، في جامعة كولومبيا. وأصدرت الـ SRG-Pjr «التحليلات المتوالية». يعتبر هذا كوسيلة تعديل لتصميم التجارب التي مازالت قائمة. شملت التعديلات التي أجريت بالتحليلات المتوالية، المعالجات الفعلية الخاضعة للتجارب. قد يحدث أحياناً، حتى في التجارب التي تم تصميمها بدقة، أن تفترض النتائج المتداخلة بضرورة تغيير التصميم الأصلي لإنتاج نتائج تامة ونهائية. تسمح المادة الرياضية في التحليلات المتوالية للعلماء، بمعرفة التعديلات الممكنة وغير الممكنة، من غير أن تؤثر على صلاحية النتائج.

اعتبرت الدراسات الأولية في التحليلات المتوالية أنها سرية، ولم يسمح بنشر شيء للإحصائيين العاملين عليها ولبضع سنوات بعد انتهاء الحرب. وعند ظهور الأبحاث الأولى عن «التحليلات المتوالية»، وابنة عمها «الحسابات المتوالية» في سنة 1950 أدهش الأسلوب أذهان الآخرين، وحدث تطور سريع في هذا المجال. تستخدم اليوم الأساليب المتوالية للتحليلات الإحصائية في رقابة الجودة الصناعية، وكذلك في الأبحاث الطبية وعلم الاجتماع.

كانت التحليلات المتوالية، أحد الابتكارات التي صدرت من مجموعة البحث الإحصائية، خلال الحرب العالمية الثانية.

استمر ويلكس بعد الحرب في العمل مع القوات العسكرية، يساعدهم في تطوير رقابة الجودة لمعداتهم، باستخدام الأساليب الإحصائية في تطوير التخطيط للاحتياجات المستقبلية، وباستخدام الأساليب الإحصائية في كل جوانب المفاهيم العسكرية. كان ويلكس ينتقد علماء الرياضيات الذين استمروا في بقائهم في العالم التجريدي الخالص لعدم وطنيتهم. شعر بحاجة الدولة للمقدرة العقلية التي اهدروها في هذه التجريديات غير النافعة بقصد ما. كان من الضروري تطبيق المقدرة العقلية، في البداية في مجهودات الحرب ومن ثم في الحرب الباردة.

لم يغضب أحد قط من ساموبل س. ويلكس. كان يقدم على كل من تعامل معه، سواء كان خريجاً جديداً أو جنرالاً في الجيش بأربع نجوم، بنفس طريقته العفوية. كانت فيه سمات الرجل المزارع من تكساس، كثير التلميح، ويعلم أن هناك الكثير ليتعلمه، وكان يتساءل... سيتبع ذلك تحليلات منطقية ودقيقة للمسألة المطروحة.

## الإحصاء التجريدي

حاول سام ويلكس جاهداً أن يجعل الإحصاء الرياضي جزءاً له أهميته في الرياضيات من جهة، وكوسيلة تطبيقية مفيدة أيضاً. حاول إبعاد أساتذة الرياضيات عن جو التجريد الجاف لحد ذاته. هناك بالتأكيد جمال أساسي في التجريد الرياضي، الذي جذب الفيلسوف اليوناني بلاتو Plato، فصرح بعدها أن

كل الأشياء التي نراها ونلمسها هي، في الحقيقة مجرد خيالات للحقيقة الأصلية والأشياء الحقيقية، وهذه لا يمكن أن نجدها إلا من خلال المنطق البحت. لم يكن هناك قيمة لمعرفة بلاتو بالرياضيات، واتضح أن كثيراً من الرياضيات اليونانية البحتة كانت غير تامة. ولكن الجمال الذي يمكن اكتشافه بالمنطق البحت استمر في جذب العقول.

أصبحت المقالات التي ظهرت في الأحداث[3]، وفي البيومتريكا أكثر تجريداً منذ الفترة التي كان فيها ويلكس محرراً لمجلة سجلات الإحصاء الرياضي. وانطبق هذا أيضاً على المقالات في مجلة الجمعية الأمريكية الإحصائية (والتي كانت أعدادها الأولى مكرسة لوصف برامج الحكومة الإحصائية) ومجلة المجتمع الإحصائي الملكي (والتي احتوت أعدادها الأولى على مقالات مبينة الإحصائيات الزراعية، والاقتصادية المفصّلة من خلال الإمبراطورية البريطانية).

تم توضيح نظريات الإحصاء الرياضي، التي كان يعتقد علماء الرياضيات أنها كانت تغوص في مسائل عملية مشوشة، ومن ثم تطويقها بالجمال الرياضي. وحّد آبراهام والد العمل في النظرية الحسابية عن طريق اختراع تعميم تجريدي عالٍ عرف بـ«نظرية القرار»، تُقدم فيها محتويات نظرية مختلفة المقاييس،

(3) في بداية الثمانينات، سبّب التطوّر السريع في النظرية الإحصائية في تقسيم السجلات إلى مجلتين، سجلات الإحصاء وسجلات الاحتمالية.

مختلفة للحساب. واستفدنا من عمل ر.آ. فيشر على تصميم التجارب في استخدام النظريات من مجموعة نظريات محدودة، وفتحت طرقاً رائعة للنظر في المقارنة للحلول المختلفة. وظهر من هنا فرع جديد للرياضيات أُطلق عليه «تصميم التجارب»، ولكن غالباً ما كانت الأبحاث المنشورة في هذا المجال، تتعامل مع تجارب معقدة لا يستطيع أي عالم متمرس أن يستخدمها.

أصبحت أخيراً ـ وباستمرار الآخرين بفحص الأعمال الأولى لأندريه كولموغوروف ـ مفاهيم الفراغات الاحتمالية والاتفاقية المرحلية أكثر توحيداً ولكن أكثر تجريداً. صارت الأبحاث المنشورة في الستينيات وفي المجلات الإحصائية، تتعرض للمجموعات غير المحدودة عن طريق فرض وحدات غير محدودة، ومقاطع مُشكّلة «حقول سيغما» لمجموعات ـ لها حقول سيغما متداخلة بحقول سيغما ـ تلتقي سلسلة الخطوات غير المحدودة الناتجة في نقطة اللانهاية، وتندفع المراحل الاتفاقية مع الوقت إلى مجموعات صغيرة مترابطة من الحالات قُدّر لها أن تدور إلى نهاية الزمن. إن الإيمان بالبعث والجزاء في الإحصائيات الرياضية أمر معقد، بقدر تعقيد الإيمان بالآخرة في أي دين، أو أكثر. إضافة إلى أن نتائج الإحصاء الرياضية ليست فقط حقيقية بل من الممكن إثبات صحتها، خلافاً للحقائق الدينية.

استيقظ الإحصائيون الرياضيون في الثمانينات، لملاحظة أن مجالهم أصبح بعيداً عن المسائل الحقيقية. ولسد الحاجة

إلى التطبيق، بدأت الجامعات بإنشاء أقسام للإحصاء الحيوي، وأقسام لعلم الأوبئة، وأقسام للإحصاء التطبيقي. وأُجريت المحاولات لتصحيح ما انكسر من المواد الموحدة. كرست اجتماعات جمعية الإحصاء الرياضية اهتمامها بالمسائل «العملية». خصصت مجلة الجمعية الإحصائية الأمريكية قسماً خاصاً في كل عدد للتعرض للتطبيقات. أُطلق على إحدى المجلات الثلاث للمجتمع الملكي الإحصائي، الإحصاء التطبيقي[4]. واستمرت النداءات الجذابة نحو التجريد. قدم المجتمع البيومتريكي الذي أُنشئ في الخمسينات، مجلة أسماها بيومتريكس، تقوم بنشر الأبحاث التطبيقية التي لم تعد مرغوبة في البيومتريكا. أصبحت البيومتريكس في الثمانينات تجريدية في محتوياتها مقارنة بغيرها من المجلات، مثل الإحصاء في الطب التي تم إنشاؤها لسد الحاجة للأبحاث التطبيقية.

أضاعت الأقسام الرياضية في الجامعات الأمريكية

(4) انقسمت بعيد الحرب العالمية الثانية مجلة المجتمع الإحصائي الملكي إلى ثلاث مجلات، أُطلق عليها في البداية JRSS السلسلة أ، وج ر س س السلسلة ب، JRSS السلسلة ت. والسلسلة ت أطلق عليها في النهاية الإحصاء التطبيقي. حاول المجتمع الإحصائي الملكي إبقاء السلسلة أ لمعالجة القضايا العامة التي تؤثر في الاقتصاد والحكومة. والسلسلة ب كانت إحصاءة رياضياً، بكل ما يمكن أن نجد فيها من تجريد. لقد كان من الصعب الحفاظ على تطبيقات الإحصاء التطبيقي، وفي كل عدد كانت هناك مقالات تكون «تطبيقاتها» صعبة المنال، وتبدو كأنها موجودة فقط لتبرز تطور آخر في جوهرة رياضية جميلة، ولكنها مجردة.

والأوروبية الركب، عند ظهور الإحصاء الرياضي على الساحة. قامت عدة جامعات ـ وبقيادة ويلكس لهذا الركب ـ بتطوير أقسام إحصائية منفصلة. وأضاعت الأقسام الرياضية الركب مرة أخرى بوصول الكمبيوتر الرقمي، بسبب ازدرائها له لكونه مجرد آلة لإجراء الحسابات الهندسية. نهضت أقسام منفصلة في علم الكمبيوتر، بعضها تم إبعاده من الأقسام الهندسية، وبعضها أبعد من الأقسام الإحصائية. تضمنت الثورة التالية الكبيرة، الأفكار الرياضية الجديدة التي كانت في الثمانينات في التطور الحيوي الجزئي. سنرى في الفصل الثامن والعشرين كيف أضاعت الأقسام الرياضية والإحصائية الركب بعينه.

توفي ساموبل س. ويلكس عن عمر يناهز الثامنة والخمسين في سنة 1964. كان لتلاميذه الكثيرين دور أساسي في تطوير الإحصاء في السنوات الخمسين السابقة. ويتم تكريم ذكراه من قبل الجمعية الأمريكية الإحصائية بتقديم الميدالية السنوية باسم س.س. ويلكس لمن يوافق مقاييس ويلكس في إبداعه الرياضي وانشغاله في «العالم الحقيقي». لقد ترك الشاب المزارع من تكساس القديمة بصمته.