

قررت الأكاديمية النرويجية للعلوم والآداب منح جائزة أبل لعام ٢٠٠٧

إلى السيد س. ر. سرينيفاسا فارادهان

معهد كورانت للعلوم الرياضية

تكريما له على مساهماته الأساسية في نظرية الاحتمالات ولاسيما في وضع نظرية الانحرافات الكبرى

إن نظرية الاحتمالات أداة رياضية تستخدم في تحليل المواقف التي تحكمها المصادفة. إن قانون الأعداد الكبيرة الذي اكتشفه يعقوب بيرنولي في القرن الثامن عشر يظهر أن النتيجة المتوسطة لسلسلة طويلة من نقر العملة بظفر الأصابع عادة ما تكون قريبة من القيمة المتوقعة. ولكن يقع ما لم يكن متوقعا له وهنا يثار التساؤل التالي: كيف؟ أن نظرية الانحرافات الكبرى تدرس وقوع الحوادث النادرة. أن لهذا الموضوع تطبيقات ملموسة في ميادين تتنوع بنفس تنوع العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصاد والإحصاء والمعلوماتية والهندسة.

ينص قانون الأعداد الكبيرة على أن احتمال الانحراف إلى ما بعد مستوى محدد يصل إلى الصفر. ومع هذا، بالنسبة للتطبيقات العملية، أنه لمن الحيوي أن نعرف ما هي سرعة تلاشيها. على سبيل المثال، ما هو احتياطي رأس المال المطلوب للإبقاء على احتمال إعسار شركة التأمين إلى حد أقل من المستويات المقبولة؟ عند تحليل مثل "مشاكل الإفلاس" الاكتوارية هذه، اكتشف هارالد كرامير في عام ١٩٣٧ أن عمليات التقريب المعياري القائمة على أساس نظرية النهاية المركزية (كما وردت في منحنى التوزيع الطبيعي) مضللة بالفعل. ثم وجد بعد ذلك أولى التقديرات المحددة لانحرافات كبرى لسلسلة من المتغيرات العشوائية المستقلة. استغرق ذلك فترة ثلاثين عاما قبل أن يكتشف فارادهان المبادئ العامة الأساسية وبدأ في إثبات نطاقها الضخم بعيدا تماما عن النمط الكلاسيكي للتجارب المستقلة.

في ورقته المبرزة بعنوان "الاحتمالات التقريبية والمعادلات التفاضلية" في عام ١٩٦٦ وحله المدهش لمشكلة الولارون ونظرية الحقل الكمي لأوكليديان في عام ١٩٦٩، بدأ فارادهان في تكوين نظرية عامة للانحرافات الكبرى والتي كانت أكثر من إدخال تحسينات كمية على معدلات التقارب. تعالج هذه النظرية

التساؤل الأساسي وهو: ما هو السلوك النوعي لنظام تصادفي عند انحرافه عن السلوك الاستيرائي الذي تنبأت به بعض قوانين الأعداد الكبيرة، أو في حالة تمخضه عن اضطراب بسيط لأحد النظم التحديدية/الاحتمالية؟ يكمن مفتاح الإجابة في مبدأ التنوع القوي والذي يصف السلوك غير المتوقع بمعنى نموذج احتمالي عشوائي يضع الحد الأدنى لمسافة انتروبية ملائمة في القياس الاحتمالي الأصلي. في سلسلة من أوراق مشتركة مع مونرو د. دونسكرو تستكشف التسلسل الهرمي لانحرافات كبرى في سياق عمليات ماركوف، أثبت فارادهان ملائمة وقوة هذا النهج الجديد. هناك تطبيق ملفت للنظر وهو حلها لتكهن مارك كاك والخاص بالعمليات التقريبية على فترة زمنية طويلة للجوار الأنوبي لعملية الحركية لبراون والتي تدعى "سُجُق فينير".

توفر نظرية فارادهان الخاصة بالانحرافات الكبرى نهجا موحدًا وفعالًا يوضح ظواهر متنوعة وثرية تنبع من النظم التصادفية المعقدة في ميادين متنوعة مثل نظرية الحقل الكمي والفيزياء الإحصائية وديناميات السكان والاقتصاد القياسي والمال وهندسة حركة المرور. كما وسعت هذه النظرية بقدر كبير قدرتنا على استخدام الحسابات الالكترونية لحث وقوع الحوادث النادرة وتحليلها. خلال العقد الأربع الماضية، أصبحت نظرية الانحرافات الكبرى حيز زاوية الاحتمالات الحديثة سواء أكان من الناحية البحثية أو التطبيقية.

قدم فارادهان مساهمات رئيسية في عدة ميادين أخرى في نظرية الاحتمالات. في عمل مشترك مع دانيل و. ستروك، طور أسلوب المقامرة العنيفة في وضع خصائص عمليات الانتشار مثل حلول للمعادلات التفاضلية العشوائية. لقد أثبت هذا النهج الجديد مدى قوته المنتهية في بناء عمليات ماركوف جديدة، على سبيل المثال الانتشارات البعيدة اللانهائية الناجمة عن جينات السكان. هناك موضوع رئيسي آخر وهو تحليل الحدود الهيدرودينامية التي تصف السلوك الماكروسكوبي لنظم شديدة الاتساع في تفاعلها مع الجسيمات. جاء انجاز أول في العمل المشترك مع ماوزينج جاو وجورج س. بابانيكولاو عن نماذج التدرج. بل وذهب فارادهان إلى أبعد من هذا بعرض كيفية التعامل مع النماذج غير التدريجية وهكذا وسع نطاق النظرية إلى حد بعيد. وكان لأفكاره أثر عميق في عمليات الخطوات العشوائية في بيئة عشوائية. لقد أصبح اسمه الآن مرتبطًا بأسلوب "النظر إلى البيئة من الجسم المتنقل"، وهي أحد الأدوات العامة القليلة في هذا الميدان.

إن عمل فارادهان بمثابة قوة نظرية عظمى وجمال خالد. لقد كان لأفكاره آثار ضخمة وسوف تواصل حفز وحث البحوث لفترات طويلة.