الصيغة البسيطة لتوماس بايز Bayes[1]

بقلم: **إريك بارنت** Eric Parent[2]

ترجمة: **بعزيز سيهام**

شعبان هجيرة

توماس بايز

ولد القس توماس بايز Thomas Bayes بإنجلترا سنة 1701 أو 1702. وقد شغل منصب وزير الديانة المشيخية (Presbyterian)، وكان ومفكرا غير تقليدي. يبدو أنه عاش عزوبية هادئة وكان مجتهدا ميالا إلى علم اللاهوت، والعلوم الطبيعية، والميكانيك والرياضيات. يرتبط اسمه حاليا بصيغة رياضياتية بسيطة جدا تُدرَّس في مقدمات حساب الاحتمالات. لم يكن توماس بايز ذائع الصيت بشهرته الحالية بين الإحصائيين في العالم، لكن بعد عامين من وفاته قرر أحد أصدقائه، المسمى ريشارد برايس[3] Richard Price، البحث في أرشيفه من أجل استخراج نص ينشر بعد الوفاة. فعثر على بحث بعنوان "مقالة حول حل مسألة مذهب المخاطر"[4] (An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances) نُشر بعد قراءته أمام الجمعية الملكية Royal Society البريطانية سنة 1763.

---

[1] العنوان الأصلي للمقالة : LA PETITE FORMULE DE TOM

موقعها: http://www.breves-de-maths.fr/la-petite-formule-de-tom/

[2] انظر صفحته: https://www6.inra.fr/mia-paris/Equipes/Membres/Eric-Parent

المعهد القومي للأبحاث الزراعية (AgroParisTech) الفرنسي، موقعه: https://www6.inra.fr/mia-paris/

[3] انظر: http://www.historyguide.org/intellect/price.html

[4] انظر: http://www.stat.ucla.edu/history/essay.pdf

تسمح الصيغة البسيطة لبايز بتقييم مدى أهمية ما يعتقد المرء معرفته (H) على ضوء المعلومات التي تقدمها الملاحظة (O)، وهي تُكتب كالتالي:

$$\Pr(H/O) = \frac{\Pr(H) \times \Pr(O/H)}{\Pr(O)}$$

وكمثال على ذلك، يصلح في الوقت الراهن، نعتبر أن الفرضية H تقول : "متوسط الاحتباس الحراري لكوكبنا سيتجاوز الدرجتين بحلول عام 2070". لنفرض، دون إضافة أي معلومات أخرى، أن احتمال هذه الفرضية يقدر بنسبة 40% (أي $\Pr(H) = 40$). ونفرض، تحت هذه الفرضية، أن احتمال وقوع الحدث O (مثلا، ذوبان الصفيحة الجليدية) هو 60% (أي $\Pr(O/H) = 60$). ثم إن احتمال وقوع الحدث O يقدر، في حالة غياب المعلومات الخارجية، بنسبة 30% (أي $\Pr(O) = 30$). عندئذ فإن صيغة بايز تُصوّب الاحتمال (القَبلي) للفرضية H ، باعتبار نسبة احتمال وقوع الحدث O علما أن الحدث H قد وقع (أي $\Pr(H) \times \Pr(O/H)$) على احتمال وقوع الحدث (أي $\Pr(O)$) O؛ وهو ما يعطي احتمالا بَعْدِيًا قدره 80% (أي $\Pr(H/O) = 80$).

بعد عدة سنوات من وفاة توماس بياز، وبصفة مستقلة، أعاد الرياضياتي الفرنسي بيير سيمون دي لابلاس[5] Pierre Simon de Laplace اكتشاف صيغة بايز. قدم لابلاس العديد من التطبيقات لهذا القانون، ولاسيما في الميكانيك السماوي وذلك من خلال توقع حركة الكواكب وأقمارها بفضل التحليل الإحصائي الأولي للبيانات الفلكية. كما طبق لابلاس القانون على السكان وتعدادهم انطلاقا من عينات لعدد من المواليد، وعينات من خالات الزواج والوفاة. ولم يهمل لابلاس تطبيق نفس القانون على عنصر الموثوقية بدراسة الشهادات في المحاكم، إلخ.

يبدو أن الاهتمام **بمعادلة التعلم الإحصائي** قد عرف ركودا في العالم الأكاديمي، على مدى قرون الموالية، وهذا رغم وجود عدد كبير من التطبيقات البارزة في الهندسة وبحوث العمليات. هل نعلم أن نداء بوانكاري[6] Poincaré للشهادة على براءة دريفوس[7] Dreyfus اعتمد على صيغة بايز؟ وأن هذه الصيغة هي المفتاح الذي سمح لآلان تورينغ[8] Alan Turing بفك شفرة رسائل آلة "إينيجما"[9] Enigma التي كانت تستعملها ألمانيا النازية في اتصالاتها العسكرية؟ وهل ننسى أن مكتب التحقيقات والتحاليل[10]

[5] انظر : http://www.breves-de-maths.fr/pierre-simon-laplace-et-le-systeme-du-monde/

[6] انظر : https://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Poincar%C3%A9

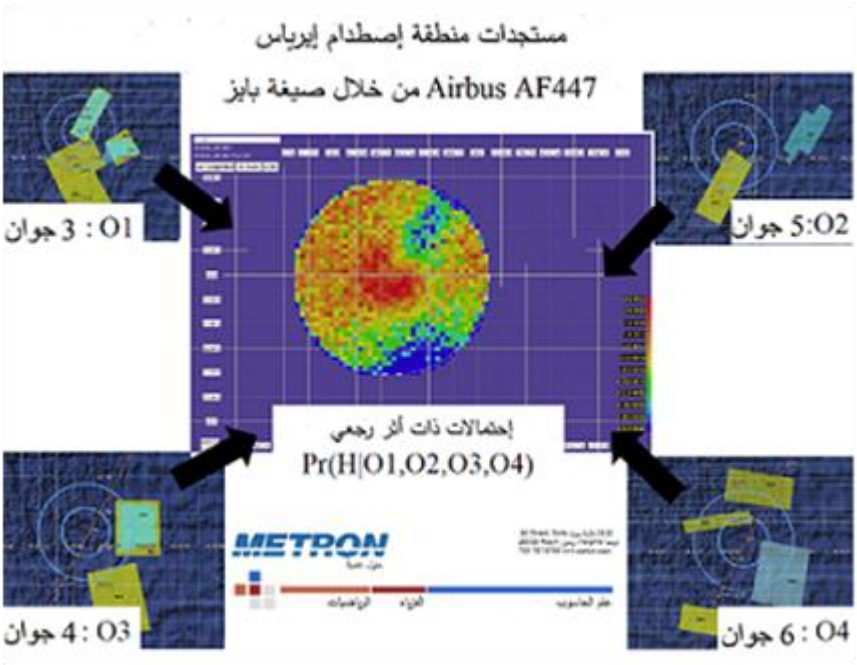
[7] انظر : https://fr.wikipedia.org/wiki/Affaire_Dreyfus

[8] انظر : https://fr.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

[9] انظر : https://fr.wikipedia.org/wiki/Enigma_%28machine%29

[10] نظر : https://www.bea.aero/

لسلامة الطيران المدني اعتمد على صيغة بايز لتوجيه الأبحاث حول حطام طائرة الرحلة إيرباص Airbus AF447 ريو-باريس Rio-Paris، الذي سقط في البحر في أول جوان 2009؟



بايز ينقذ الطيران

منذ مطلع القرن العشرين، أحدثت صيغة بايز ثورة في علبة أدوات الباحث: هذه الصيغة مولعة بأساليب المحاكاة، فهي تغوص في أدغال المعلوماتية وتساعد بشكل فعال في فصل تداخل الشبكات المعقدة التي ظهرت في التحديات العلمية مع مطلع الألفية الثالثة. بين عالَم أفكار أفلاطون[11] ومبدأ ارتياب هايزنبرغ[12] Heisenberg، يطرح علينا توماس بايز أسئلة فلسفية: هل الاحتمال من خصوصيات الكائنات؟ أم أنه مرتبط بالراصد؟ هل يستفيد منه الإنسان كخوارزمية تفكير تساعده في تحديد معرفته الجزئية للكائن؟ علاوة على ذلك، أليس من الجائز أن تشكل خلايانا العصبية شبكات بايزية[13].

للاستزادة:

- موقع شركة التحليل البايزي: https://bayesian.org
- الفصل الأول "Méthodes Bayésiennes en Statistique " من كتاب

[11] انظر: https://fr.wikipedia.org/wiki/Platon

[12] انظر: https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_d%27incertitude

[13] انظر: https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels

J.J. Droesbeke, J. Fine & G. Saporta : Thomas Bayes et son héritage, Éditions TECHNIP 2011, p. 1-18.

- The theory that would not die : how Bayes'rule cracked the enigma code, hunted down Russian submarines & emerged triumphant from two centuries of controversy, Yale University Press 2011, 320 p.
- Science et Vie, La formule qui décrypte le monde, N°1142, Novembre 2012.
- Société Metron : Search Analysis for the Location of the AF447 Underwater Wreckage. Report to Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile. By L. D. Stone, C. Keller, T. L. Kratzke., J.Strumpfer. 20 January 2011.
https://www.bea.aero/uploads/tx_elyextendttnews/metron.search.analysis.pdf

مصدر الصور: Wikimedia Commons ؛ Metron.