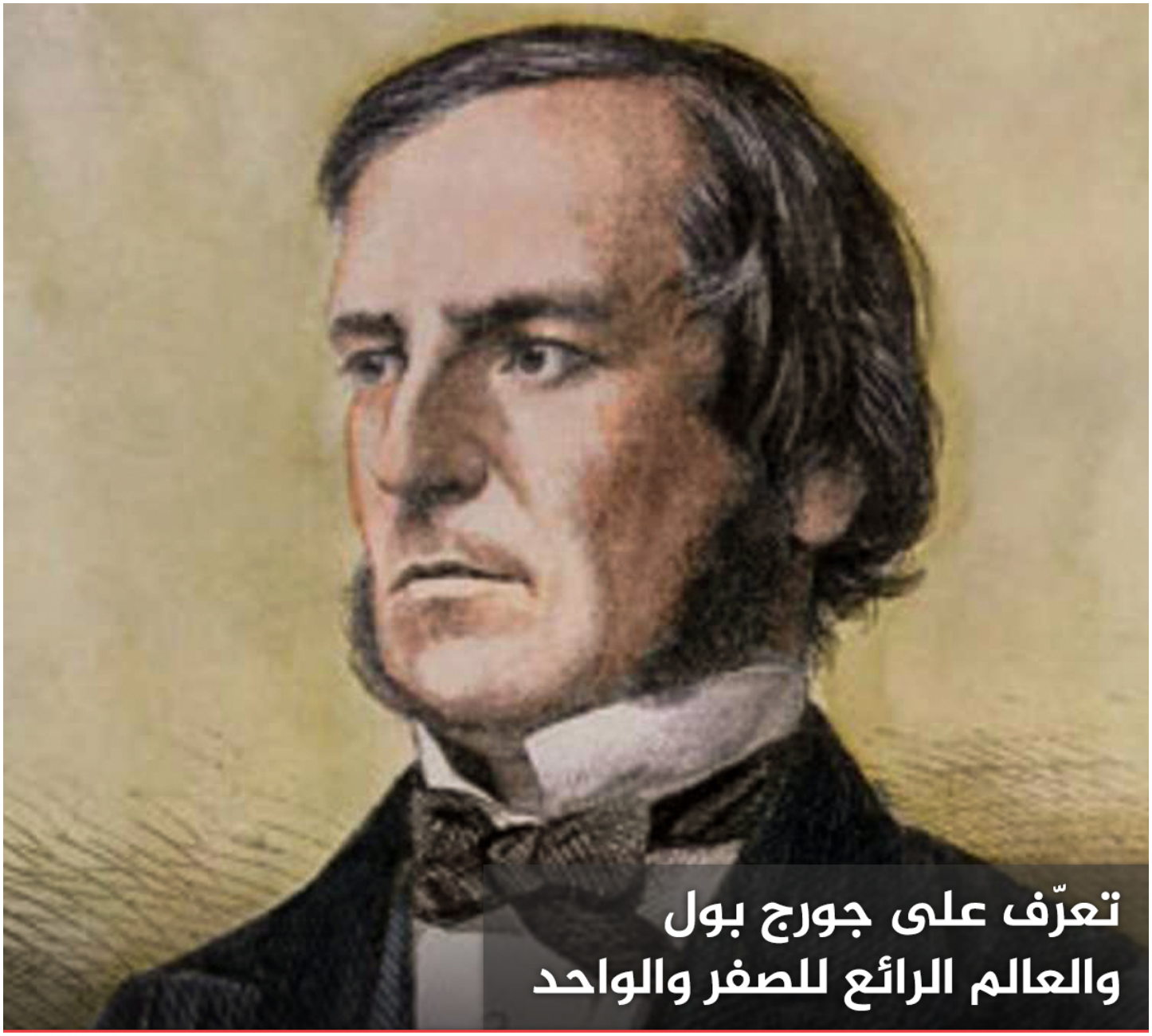
تعرّف على جورج بول والعالم الرائع للصفر والواحد



شكّل العام 2015 ذكرى خاصة لعلماء الرياضيات، فقد كان الذكرى المائوية الثانية لميلاد جورج بول George Boole، أحد آباء حواسيبنا الحديثة.

تُعتبر قصة جورج بول (1815–1864) مثالًا استثنائياً على تعاونٍ امتد لقرون طويلة. فقد وضع عمله أُسُس حواسيب اليوم، والأجهزة المحمولة على الرغم من أنه تُوفي قبل سنوات عديدة من اختراع الحواسيب. فكيف أمكن لعالم رياضيات وُلد وتُوفي في القرن التاسع عشر أن يُؤثر بهذا الشكل على التكنولوجيا المبتكرة في بدايات القرن الماضي؟ إليكم قصة جورج بول عالم الرياضيّات الذي تعلم بالاعتماد على نفسه، إضافة لقصص مهندسين معاصرين أدركوا قوة عمله.

حياة بول المبكرة

هذا الجزء من حياة بول لم يتضمن في سيرته كونه عالم رياضيات رائد. كان بول، المولود في لينكولن عام 1815، ابنًا لإسكافي محلي، وقد توقع الجميع حينها أنه سيعمل في مجال أعمال العائلة المرتبطة بالأحذية عندما يكبر؛ لكنّ أعمال والده انهارت ليصبح بول عوضًا عن ذلك أستاذاً في مدرسة محلية. وعندما بلغ سن التاسعة عشرة، أصبح كبير الأساتذة، وبات يكرّس الليالي وإجازات نهاية الأسبوع لاستكشاف أفكاره الرياضية.

ظهرت أولى أعماله الرياضية في مجلة كامبريدج للرياضيات، وفي الحال جذب عمله انتباه المجتمع الملكي. وفي العام 1844، حصل بول على ميدالية المجتمع الملكي عن ورقته العلمية المتعلقة بطريقة عامة في التحليل. قاده عمله المتزايد للحصول على عرض مختلف ليصبح أستاذًا في الرياضيات، بعدها غادر بول مهنته كمدرس في لينكولن شاير وتوجه إلى جامعة كورك ليتابع عمله في الرياضيات لمدة أكبر، وليُنجز أيضاً أعمالاً رائدة لا تزال تؤثر في حياتنا حتى يومنا هذا.

الإنجاز

خلال حياته في إيرلندا، ركّز بول على جمع الاستنتاج المنطقي (**logical deduction**) مع الجبر. وجادل بأن النهج المنطقي المتبع من قبل الفيلسوف الإغريقي أرسطو وأتباعه لم يكن كافيًا لمواجهة أنواع محددة من المسائل. كان بول ركّز في عمله على المسائل المرتبطة بالتعليمات المنفردة، أو الاقتراحات، والتي يُمكن وصفها إمّا بالصحيحة (**true**) أو الخاطئة (**false**). تطلب عمل بول تطوير قسم جديد في الجبر، والقواعد الحسابية المرافقة له.

لتتعرف على أفكار بول، لابد أن تأخذ بعين الاعتبار الاقتراحين التاليين

- **A**: ديفيد بيكهام هو لاعب كرة قدم.
- **B**: الكويديتش (**Quidditch**) هي رياضة أولمبية.

نعلم أنّ واحدة منهما صحيحة والأخرى خاطئة (سأتركك تُقرر ذلك!). لكن ماذا عن التصريح **A AND B**: ديفيد لاعب كرة قدم والكويديتش رياضة أولمبية؟ إنها بكل تأكيد خاطئة! ولكي تكون صحيحة، نحن بحاجة لأن تكون كلٌ من **A** و**B** صحيحتين، وحالتنا ليست كذلك.

لذلك، فإنّ العبارة **A AND B** هي بالنتيجة عبارة خاطئة. وإذا ما أعطينا حقيقة كون العبارة خاطئة القيمة **0**، وكونها صحيحة القيمة **1**، حينها يُمكننا كتابة **AND** على شكل عملية ضرب: **AB** تعني **A AND B**، ولأن إحداهما صحيحة والآخرى خاطئة، فإننا نشاهد أنّ لـ AB قيمة الحقيقة المعادلة لـ \(0×1=0\).

والآن، ماذا عن **A OR B**؟ أي ديفيد بيكهام لاعب كرة قدم أو الكويديتش رياضة أولمبية؟ حتى تكون هذه العبارة صحيحة، يجب أن تكون إحدى العبارتين **A** أو **B** صحيحة، وهذا هو حال مثالنا. بالتالي، فإن قيمة **A OR B** هي **1**. يُمكننا كتابة ذلك على شكل جمع: \(0+1=1\).

هذه الأفكار منطقية إذا تبادلت **A** و **B** قيمتيهما، أو إذا كانت كلتاهما صحيحتين، أو كلتاهما خاطئتين. توضح الجداول الموجودة في

الأسفل قيم الحقيقة الخاصة بـ **A AND B** و **A OR B** بالنسبة لكل التركيبات المحتملة. تُبين تلك الجداول أيضا العمليات الحسابية الأخرى التي حدّدها بول.

الأمر الوحيد الذي يجعل من حساب بول مختلفًا عن الحساب الذي نستخدمه هو كون \(1+1=1\) في جبر بول، في حين أن \(1+1=2\) في الجبر الذي نعهده؛ لكنّها ليست بالميزة التي يصعب علينا التعامل معها.

A×B	A AND B	B	A
1=1×1	1	1	1
0=0×1	0	0	1
0=1×0	0	1	0
0=0×0	0	0	0

A+B	A OR B	B	A
1=1+1	1	1	1
1=1+0	1	0	1
1=0+1	1	1	0
0=0+0	0	0	0

في منطق بول كل التعابير مكونة من تعابير أصغر مرتبطة ببعضها البعض عبر "و" **AND** و "أو" **OR**، وقد تتضمن **NOT**، التي تُغير قيمة الحقيقة إلى عكسها: إذا كانت العبارة "**ديفيد لاعب كرة قدم**" عبارة صحيحة، بالتالي فإن "**ديفيد ليس لاعب كرة قدم**" هي خاطئة. الآن وبعد تعرفك على بعض قوانين جبر بول، فقد تُعجب بالمسألة التالية:

تخيل أنه لدينا ثلاثة عدّادات X وY وZ. ألوانها أحمر وأبيض وأزرق، لكن ذلك ليس وفقًا لترتيب محدد؛ وقِيل لك أنّ واحدًا، وواحدًا فقط من العبارات التالية صحيح

- **X** أحمر
- **Y** ليس أحمر
- **Z** ليس أزرق

فهل يُمكنك معرفة ألوان العدّادات؟

رغم أنه من الممكن حل المشكلة بعددٍ من الطرق المختلفة، مثل استخدام التجربة والخطأ، إلا أن بول بيّن أن جبره يُمكنه تقديم طريقة أكثر منهجية بكثير لحل المسألة. بالنسبة للمسألة في الأعلى، ربما لاحظت عدة اقتراحات ستُساعدك في حل المسألة. على سبيل المثال، فنحن نعرف أن لون **X** يجب أن يكون إما أحمر أو أزرق أو أبيض.

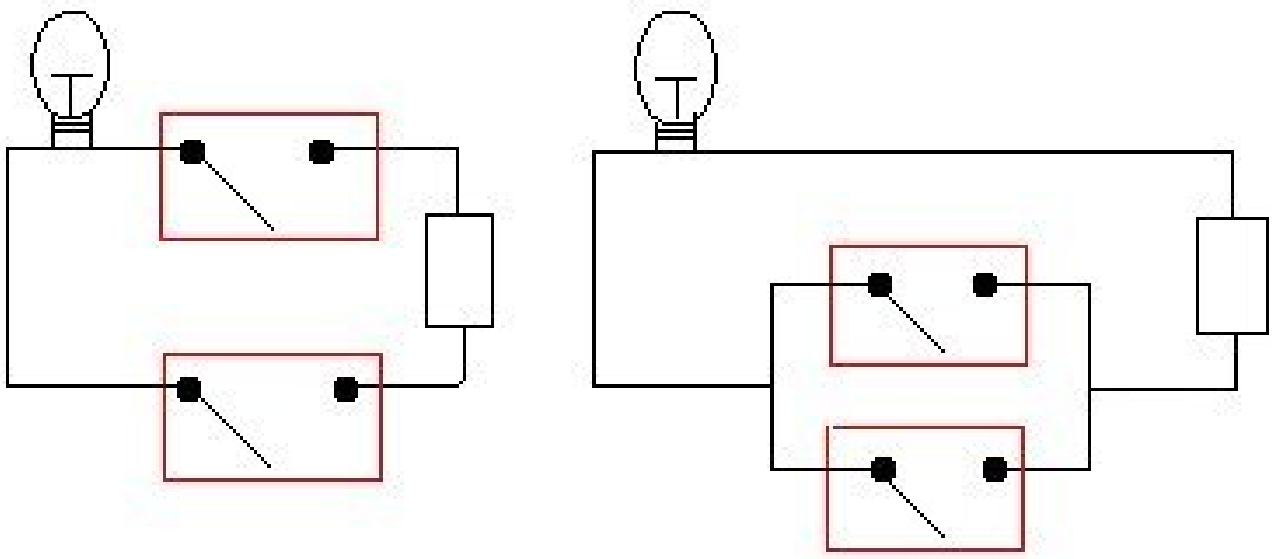
لذلك، فإن الاقتراح "**X أحمر أو أبيض أو أزرق**" صحيح وله القيمة **1**. وبالمقابل فإن الاقتراح: "**X أو Y أو Z أحمر**" يجب أن يكون صحيحاً أيضاً وله القيمة **1**؛ ونعرف أيضاً أن كلا من الألوان الثلاثة يُستخدم لمرة واحدة وبالتالي فإن الاقتراح "**X وY حمراوين**" هو خاطئ وله القيمة **0**، وأيضا يُمكن للعدّاد أن يكون بلونٍ واحد وبالتالي فالعبارة "**X أحمر وأزرق**" خاطئة ولها القيمة صفر.

باعتمادنا على هذه الطريقة، سأتركك تُكمل مجموعة الاقتراحات وتستخدم جبر بول لحل المسألة بنفسك، وسننشر الحل لاحقًا في الموقع.

التعاون عبر العصور

وجد النهج الثنائي الذي وضعه بول تطبيقًا قوياً بعد 70 عامًا من موته، وذلك عندما أدرك المهندس وعالم الرياضيات كلاود شانون **Claude Shannon** أنه أداة قوية لوضع وصف مثالي للدارات الكهربائية. ولتوضيح كيفية ذلك، تخيل دارة كهربائية لديها مفتاحا طاقة ومصباح موصول بها. يُضيء المصباح عندما يجري التيار عبر الدارة، وسيظل مُطفأً في كل الأحوال الأخرى. يُمكن لكل مفتاح أن يكون إما مغلقاً **Off** أو مفتوحاً **On**.

في الصورة اليسارية بالأسفل، سنحصل على إضاءة فقط عندما يكون المفتاحان في وضعية **On**؛ أما في القسم الأيمن من الصورة فيكفي أن يكون إحداهما مفتوحاً.



في الصورة اليسارية بالأسفل، سنحصل على إضاءة فقط عندما يكون المفتاحان في وضعية On؛ أما في القسم الأيمن من الصورة فيكفي أن يكون إحداهما مفتوحاً.

أدرك مهندسون، بما في ذلك شانون، أنه بإمكانهم كتابة **1** للتعبير عن وضعية **On** لكل من المصباح والمفتاح، و **0** للتعبير عن **Off**. وعبر كتابة التركيبات المحتملة لـ 0 و 1 بالنسبة للمفاتيح والحالات المرافقة للمصباح، فإن ما تحصل عليه هي جداول الحقيقة (**truth tables**) لـ **AND** بالنسبة للدارة في القسم الأيسر، و**OR** في القسم الأيمن.

Right-hand circuit **Left-hand circuit**

Bulb	Switch 2	Switch 1
1	1	1
0	0	1
0	1	0
0	0	0

Bulb	Switch 2	Switch 1
1	1	1
1	0	1
1	0	0
0	0	0

باستخدام مفتاح محول يسمح للتيار بالتدفق عندما يكون المفتاح مفتوحاً، يُمكنك أيضاً أن تُحاكي جدول الحقيقة الخاص بـ **NOT**؛ وقد عَنى هذا الإدراك أنه بمقدور المهندسين توظيف طريقة بول الجبرية لتصميم وتبسيط داراتهم.

لكنّ شانون مضى في الطريقة إلى مكان أبعد، فقد اقترح أن كل أنواع المعلومات يُمكن تسجيلها ـانطلاقاً من الكلمات ووصولاً إلى الصورـ يُمكن وصفها باستخدام محارف مكونة من 0 و1. (في الحقيقة، شانون هو من أشاع استخدام تعبير "بت **bit**" لوصف الأرقام اليوم).

ولأنه بمقدورك الآن تمثيل العمليات المنطقية **AND** و**OR** و**NOT** باستخدام دارات إلكترونية، فبإمكانك أيضاً إجراء كل أنواع المهام المنطقية التي تتضمن هذه المعلومات؛ وهذه الحقيقة هي وحدات المعالجة المركزية (**CPUs**) التي تعتمد عليها حواسيبنا الحالية.

مهما كانت الأداة التي تستخدمها، فهي مبنية على النظام الثنائي والنهج الجبري للمنطق الذي اقترحه جورج بول. هذا الرجل الذي عاش وتُوفي قبل العديد من السنوات السابقة لظهور أولى المصابيح الكهربائية في السوق، لعب دوراً محورياً في تطوير علم الدارات في العالم الحديث.

- التاريخ: 2016-01-28
- التصنيف: أسئلة كُبرى

#جورج بول #اختراع الحواسيب #المصابيح الكهربائية #تطوير علم الدارات

المصادر

- plus.maths

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - سومر عادلة
- تحرير
  - بنان محمود جوابره
  - منير بندوزان
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد