



الرياضيات

الرياضيات.. سلاح الشرطة السري



"الباحثون السوريون"

www.syr-res.com

إذا سئلتكم عن تطبيقات الرياضيات في الحياة العملية، ربما لن يخطر في بالكم أن تكون أحد الإجابات أنها تساعد على محاربة الجريمة. إن سألنا أي شخص من المارة في الشارع عن رأيه في الرياضيات فللأسف غالباً ستكون إجاباتهم: "الرياضيات مملة"، "الرياضيات جامدة"، "الرياضيات ليست ذات صلة بالحياة العملية"، "الرياضيات مخيفة". ولهذا قد تبدو الرياضيات بعيدة جداً عن عالم التحقيقات والجرائم ولكن في الحقيقة يتم دمجها مع الطرق التي تستخدمها الشرطة للتحقيق في الجرائم مثل التعامل مع البصمات وإعادة بناء الحوادث وأرقام لوحات السيارات وتتبع أثر السم.

التحديات التي تواجه الشرطة:

تواجه الشرطة العديد من التحديات عندما يقومون بالتحقيق في جريمة ما، فعليهم أن يكتشفوا ما الذي حدث في مسرح الجريمة أو الحادث، وعليهم أن يفسروا البيانات المحيرة والتي يجب تخزينها والتنقيب فيها للحصول على معلومات، كما أنه من مصلحة العدالة أن تبقى الأدلة الفيزيائية والإلكترونية آمنة. يمكن للرياضيات أن تساعد في كل ما سبق ذكره، حيث يمكن للبيانات أن تخزن وتفسر باستخدام الموجات ولكن شغفنا وعلمنا الأولي الأعداد باستخدام تناقلها ويمكن الإحصاء وعلم الاحتمالات وعلم "wavelets" أولاً على الشرطة أن تجد المعلومات المخفية في البيانات وتبحث في الأدلة المتروكة في مسرح الجريمة



وتعمل بشكل تراجمي لتستنجح ما الذي حدثَ ومن قام بفعليه. وغالباً ما يكون الدليل نتيجة لعملية فيزيائية مفهومة جيداً مثل آثار انزلاق إطّار السيارة عندما تكون مسرعة. إذاً لكي نجد المسبب الحقيقي للدليل - كسرعة السيارة - علينا أن نطبق الرياضيات المستخدمة لوصف العملية الفيزيائية بشكل تراجمي. وهذا يسمى بإيجاد حلّ لما يسمى بـ "المشكلة العكسية" وسنعطي ثلاثة أمثلة لكيفية إنجاز ذلك.

[[[img:23405]]]]

الشكل إلى اليمين يظهر صورةً لبصمة غير واضحة المعالم، وتطبيق العمليات الضبابية بشكل عكسي نحصل على صورة أوضح للبصمة.

كيف نتوقع ما الذي حدث في مسرح الجريمة من خلال الأدلة؟ تعتبر المشكلة العكسية مسألة مباحث رياضية، ومثال عليها هو محاولة معرفة شكل الغرض من خلال ظلّه. هل هذا الأمر ممكن؟ وما هي الأخطاء التي سنقع فيها غالباً، وكما يلزمنا من المعلومات الإضافية؟ لكي نجد حلاً لمشكلة عكسية ما، نحن بحاجة وجود نموذج فيزيائي يصف هذا الحدث - أي علينا أن نفهم أي الأحداث تؤدي لأي النتائج - ثم بوجود المؤثرات نستطيع أن نستخدم الرياضيات لتعطينا المسببات المحتملة كأن نقرر ما هي الأشكال التي يمكن أن يكون ظلّها كما في الصورة التالية. كما أننا نستخدم الرياضيات في هذه الحالات لإرساء القيود المفروضة على هذا النموذج ودقة الإجابة. فكما في مثال تحديد أشكال الأغراض من خلال ظلالها، فإن مسببات مختلفة (أغراض ذات أشكال مختلفة) قد تعطي تأثيرات متماثلة جداً (ظلالاً متشابهة).

[[[img:23406]]]]

ويُعدُّ الاستشعار عن بُعد للأراضي والبحار من خلال صور الأقمار الصناعية واستخدام الأقمار الصناعية لتشخيص السرطان وتفسير قراءات أجهزة رصد الزلازل للتنبؤ عن النفط، كلها أمثلة عن المشكلة العكسية.

آلية محاربة الجرائم:

دعونا ندخل إلى أحد الأيام الاعتيادية لإحدى وحدات الشرطة ونرى كيف تساعد الرياضيات في محاربة الجريمة. لنفترض أننا نحقق في حادث سير وعلينا أن نجيب على السؤال: هل كانت السيارة مسرعة؟

[[[img:23407]]]]

والأدلة المتوفرة هي: الصرر الذي أحدثه الاصطدام على المركبة وتقارير الشهود وأثار انزلاق الإطّار. وكما يحصل الأمر على التلغاز، من الممكن إعادة بناء الحادث من خلال فحص أثار الانزلاق. فعلايات الانزلاق قد سببتها سرعة السيارة وكذلك عوامل أخرى كقوة المكابح والاحتكاك مع الطريق وتأثير السيارات المجاورة. يمكننا استخدام هذه الميكانيكات لنمذجة هذا الحدث رياضياً باستخدام  $s$  طول أثار الانزلاق و  $u$  سرعة السيارة و  $v$  التسارع بالنسبة للجاذبية الأرضية، و  $\mu$  معامل الاحتكاك مضروباً بفعالية المكابح. يقوم النموذج بربط المسبب (سرعة السيارة) بالآثر (بُعد أثار الانزلاق):

[[[img:23409]]]]

ويمكننا إعادة صياغتها بحيث إذا كان بُعد الأثار معلوماً، يمكننا رياضياً أن نُحدّد سرعة السيارة، غالباً باستخدام الحد الأدنى:

[[[img:23411]]]]

ولكن من أجل هذه المسألة، يجب أن نملك تقديراً صحيحاً لقيمة  $\mu$  التي تصف الاحتكاك بفعالية المكابح!

أين أصبح السُمّ؟



مثال آخر على القضايا التي تواجه الشرطة وهو تسرب ملوثات بشكل غير قانوني إلى شبكة مائية. عندما تنبث الشرطة لوجود الملوثات لاحقاً، هل يمكنهم أن يحددوا أين حدث ذلك التسرب؟

[[[img:23412]]]]

شبكة مائية

لكي نجد المكان الذي تسربت منه الملوثات علينا أن نُمذِّج كيفية انسياب المياه والملوثات في الشبكة. تمددت الملوثات واختلطت بجريان المياه عبر الأنابيب، كما تتفاعل مع المادة المكونة لجدران الأنابيب وتفسخ بسبب تفاعلات كيميائية أخرى. كل هذا يجعل من تركيز المادة الملوثة  $C$  يتناقص، ويمكن توصيف هذا التناقص بقيمة سالبة  $-kC$ . ما هي الأشياء التي تعتمد عليها القيمة  $-kC$ ؟ لدينا وضوحاً عامل الزمن، فتغير تركيز الملوثات يتغير مع الوقت، وسنسمي هذا التغيير  $t_C$ . ولكن تتفاعل الملوثات أيضاً مع الوسط الموجودة فيه - أي الأنابيب - ويتأثر هذا التفاعل بحجم وتدفق الماء. بكتابة  $Q$  من أجل تدفق الماء و  $x_C$  لأجل تغيرات تراكيز الملوثات المتأثرة بالوسط المحيط، نحصل على نموذج رياضي للخسارة الكلية في تركيز الملوثات:

[[[img:23395]]]]

وأيضاً في كل تقاطع، فإن الحلول المختلفة التي تتدفق من أنبوبين مختلفين ستندمج معاً:

[[[img:23396]]]]

[[[img:23397]]]]

يتم دمج الحل الآتي من أنبوبين في التقاطع ليعطينا تركيزاً جديداً للملوثات.

لإعادة بناء ما حدث في شبكة المياه، نحتاج لأن نجد معدلات التدفق في الأنابيب ونقيس التركيز الحالي للملوثات في التقاطعات. بعد ذلك يمكننا أن نخمن تركيز الملوثات الابتدائي (في كل تقاطع)، ثم نجعل النموذج يتقدم مع الزمن ونقارنه بما وجدناه حالياً في الشبكة الحقيقية. وباستخدام ما يسمى بالتحسين غير الخطي، يمكننا تعديل التراكيز البدائية إلى أن تتوافق التراكيز المتنبأ بها بواسطة النموذج مع قياساتنا. يمكننا أن نحل النموذج لمسبب محتمل وحيد من أجل شبكة أنابيب بسيطة، ونحدد بدقة على الشبكة من أين سرب السم. ولكن من أجل شبكات معقدة أكثر حيث يمكن وجود ممرات حلقية، يمكننا أن نعثر على عدة احتمالات ممكنة لكيفية تلويث الشبكة.

[[[img:23398]]]]

الممرات الحلقية في الشبكة تعني أنه بإمكاننا فقط أن نأتي بمسببات محتملة متعددة للملوثات.

القبض على سيارة هاربة:

إحدى القضايا التي تتلقاها وحدة الشرطة أن أحدهم قد سطا على بنك. وبالرغم من أنه هرب بسيارة قامت الشرطة بمطاردته. الخبر الجيد هو أن الشرطة تمكنت من التقاط صورة لرقم لوحة السيارة، ولكن الخبر السيء هو أن الصورة كانت ضبابية وغير واضحة.

[[[img:23400]]]]

الصورة الأصلية الصورة الضبابية

ولكن لا تقلقوا، سنتخذنا الرياضيات مجدداً! فيمكننا أن نمذِّج رياضياً عملية الضبابية لنزيل بعض الضبابية ونحصل على صورة أوضح للوحة. يتضمن النموذج تابعاً ضبابياً  $g$  والذي يطبق على الصورة الأصلية ليعطينا صورة ضبابية.



[[[img:23401]]]]

وتكون المعادلة التي تصف عملية جعل الصورة ضبابية كالتالي:

[[[img:23402]]]]

وهنا يصف المتحول  $x$  البيكسلات المتعددة في الصورة. يملك كل بيكسل رقماً خاصاً به يسمى "قيمة البيكسل". ويعطينا هذا الرقم معلوماتٍ عن لونه ومقدار سطوعه. يعطينا التابع  $(x)f$  قيمة البيكسل  $x$  قبل أن تُطبَّق عليه الضبابية، وأما  $(x)h$  فيُعطينا قيمته بعد تطبيق الضبابية. إن قمنا بتطبيق المعادلة بشكلٍ عكسيٍّ ستعطينا قيمة البيكسل  $(x)f$  قبل أن يكون ضبابياً من خلال القيمة الضبابية  $(x)f$ . ولكن كما في الأمثلة السابقة علينا أن نفهم النموذج جيداً، حيث يمكننا إزالة الضبابية فقط إن كنا نملك تابع الضبابية  $g$ .

[[[img:23404]]]]

الصورة بعد تطبيق الضبابية العكسية

إذاً فالحيلُّ التي تلجأ إليها الشرطة في الأفلام من إلغاء الضبابية لأرقام اللوحات وإعادة بناء الحوادث من خلال آثار الانزلاق، ليست صعبةً المِنال كما يبدو الأمر. ففي محاربة الجريمة سواءً على التلفاز أو في الواقع، سلاح الشرطة السري هو الرياضيات.

المصدر:

<https://plus.maths.org/content/crime-fighting-maths>

المساهمون في المقال :

ترجمة: Sundos Hammoud



تدقيق علمي: Maissaa Markabi



تدقيق لغوي: Maissaa Markabi



تصميم الصورة: Marwa Fattal



صوت: Bayan Khatib



نشر: Maissaa Markabi

