

آلة حاسبة ميكانيكية لقياس المد والجزر¹

بقلم: فانسن لوانجوا Vincent Langlois²

ترجمة الطالبتين : إيمان بلقاضي

جهاد بهيج

كان يوليوس قيصر -الذي فقد 18 سفينة خلال أول محاولة غزو منطقة بريتاني الفرنسية- من أوائل من استكروا عدم معرفة مواقيت المد والجزر. في النصف الثاني من القرن 19م، أصبح التنبؤ بهذه المواقيت رهانا حاسما للإمبراطورية البريطانية. نحن نعلم أن المدّ يعود مرتين يوميا في أوروبا، لكن هذا لا يعني أن الأمر نفسه يحدث في كل أصقاع الأرض. وأكثر من ذلك، فالمواقيت والساعات تتغير حسب الأيام، ومن ميناء لآخر. بين عامي 1867 و 1879م، درس وليام طومسون William Thomson (اللورد كلفن Lord Kelvin)³ وشقيقه جيمس المسألة وقاما بتصميم جهازين قادرين على التنبؤ بالمد والجزر، في أي مكان، انطلاقا من تسجيلات المد والجزر السابقة.



الآلة الحاسبة المصممة من طرف الأخوين طومسون Thomson.

¹ العنوان الأصلي للمقالة : UNE CALCULATRICE MÉCANIQUE POUR LES MARÉES

موقعها الالكتروني :

<http://www.breves-de-maths.fr/une-calculatrice-mecanique-pour-les-marees/>

² صفحته المهنية : <http://perso.ens-lyon.fr/vincent.langlois/>

أستاذ محاضر بمخبر الجيولوجيا (الأرض، الكواكب، البيئة) - جامعة كلود برنارد ليون 1 - فرنسا، انظر الموقع:

<http://lgtpe.ens-lyon.fr/>

³ انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/William_Thomson,_1st_Baron_Kelvin

بدأ اللورد كلفن بتحسين أجهزة قياس المد والجزر (التي تقيس مستوى البحر بدلالة الزمن) من أجل الحصول على تسجيلات أكثر دقة لدورة المد والجزر. يجب بعد ذلك تحليل كل تسجيل إلى مركبات جيبيية، قبل إجراء عملية جمعها. وللحصول على معاملات المركبات الجيبية الرئيسية للمد والجزر، طبق كلفن مبدأ "مُكامل قرص - كرة - أسطوانة"⁴ (ball-and-disk integrator) الذي تصوره شقيقه. وبذلك طور أول محلل توافقي ميكانيكي. لقد سمحت هذه الآلة بحساب المعاملات المطلوبة، كل واحدة منها متعلق بتكامل⁵ جداء دالة كيفية ودالة جيبيية⁶ ذات تواتر معروف.

بعد حساب المعاملات التوافقية في موقع معين، يتبقى إعادة بناء الإشارة التي ستأتي مستقبلاً وذلك بجمع هذه المركبات. لهذا الغرض، صمم كلفن متنبئ المد والجزر: وهو تجميع لبكرات⁷ يسمح بتتبع مجموع عدد كيفية من المنحنيات الجيبية، وبالتالي معرفة توقيت وسعة حالات المد والجزر قبل وقوعها.

النموذج الأول لهذا الجهاز، الذي اكتمل في عام 1873، كان قادراً على جمع 8 مركبات، وتم تحسينه بشكل تدريجي إلى نموذج استطاع أن يجمع 24 مركبة في عام 1881 لدى الحكومة الهندية. وظلت المُكاملات الميكانيكية قيد الاستخدام حتى ستينيات القرن الماضي؛ وبعد ذلك تم استبدالها بالحاسبات الالكترونية. نشير إلى أن أول آلة أدت هذا الدور هي الآن معروضة في متحف العلوم (Science Museum) بلندن. أما في فرنسا، ففي حوزة المعهد القومي للفنون والحرف نموذج تنبؤي صُمم عام 1881.

للاستزادة:

• انظر الملاحق الخاصة بالحاسبات الميكانيكية في الكتاب

W. Thomson, G. Darwin, P. Tait, Treatise on natural philosophy, Cambridge Univ. Press (1912).
<https://archive.org/details/treatiseonnatura01kelvuoft/page/n8>

• Marie-José Durand-Richard, Planimètres et intégraphes en Angleterre.
http://irem.univ-reunion.fr/calculsavant/Textes/planimetres_angleterre.html

• 3 مقالات من نفس السلسلة تتحدث عن المد والجزر:

1. عندما يرتفع البحر

QUAND LA MER MONTE !

<http://www.breves-de-maths.fr/quand-la-mer-monte/>

⁴ انظر : https://en.wikipedia.org/wiki/Ball-and-disk_integrator

⁵ انظر : <https://en.wikipedia.org/wiki/Integral>

⁶ انظر : https://en.wikipedia.org/wiki/Sine_wave

⁷ انظر برهاننا مبسطاً : <http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fcarc-tidesiii3>

2. صياد القمر

LE PÊCHEUR DE LA LUNE

<http://www.breves-de-maths.fr/le-pecheur-de-la-lune/>

3. تشریح لشکل خاطئ

ANATOMIE D'UNE FIGURE FAUSSE

<http://www.breves-de-maths.fr/anatomie-dune-figure-fausse/>

مصدر الصورة : Wikimedia Commons.