الأرض ومواردها
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2018.00038-ar

كيف نقيس مقدار الأمطار المتساقطة؟

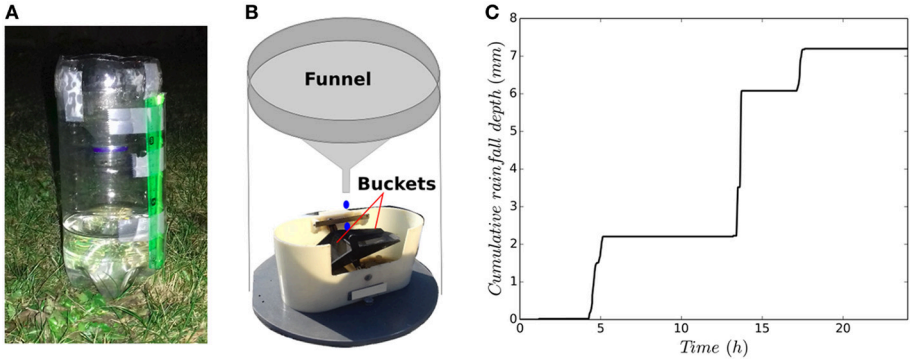
Auguste Gires *
HM&Co, Ecole des Ponts, UPE, Champs-sur-Marne, France

أنا على يقين من أنك تتعرض لتساقط الأمطار باستمرار وتتعرض أحيانًا للبلل الشديد نظرًا لعدم ارتدائك للملابس المناسبة. يُعد سقوط الأمطار أحد الموارد الضرورية للمياه، وذلك لأنه يملأ الأنهار ويوفر المياه العذبة، ويشكل الهطول الغزير للأمطار تهديدًا محتملًا في الوقت ذاته، فمن شأنه أن يؤدي إلى حدوث فيضانات (ربما سريعة)؛ ومن بين الخطوات الضرورية لفهم هذه الظاهرة الطبيعية على نحو أفضل أن نتمكن من قياسها بشكلٍ صحيح، وهو ما تبين أنه أمر في غاية الصعوبة، لأن سقوط الأمطار أمر متغير للغاية من حيث الوقت والمكان. في هذا المقال، ستتعلم آلية عمل ثلاثة من أجهزة قياس مقدار سقوط الأمطار التي توفر العمق التراكمي لتساقط الأمطار (مقياس المطر ذو الدلو القلاب)، أو حجم وسرعة القطرات المتساقطة (الديسدروميتر أو مقياس القطرات)، أو خرائط تساقط الأمطار (رادارات الطقس).

يُعد سقوط الأمطار أحد أكثر التجارب شيوعًا على كوكب الأرض، وأراهن أنك تشهد ذلك باستمرار. أحيانًا ما تكون مستعدًا من خلال ارتدائك الملابس المناسبة وأحيانًا لا تكون مستعدًا لذلك، وأحيانًا ما يكون تساقط الأمطار خفيفًا ولمدة زمنية طويلة، وأحيانًا ما يكون غزيرًا ولمدة زمنية قصيرة، وأحيانًا ما يكون غزيرًا ولمدة زمنية طويلة، وعندما يكون تساقط الأمطار غزيرًا ولمدة زمنية طويلة، فقد يؤدي ذلك إلى حدوث فيضانات سريعة، وهو ما يشكل خطرًا على السكان القريبين منها. كما يُعد سقوط الأمطار أمرًا ضروريًا، حيث إنه يوفر المياه للنباتات ويملأ الأنهار في نهاية المطاف؛ ونظرًا لأن سقوط الأمطار يُعد أحد الموارد الضرورية بالإضافة إلى أنه يشكل تهديدًا في الوقت نفسه، فإنه من المهم فهم هذه الظاهرة الطبيعية بشكلٍ أفضل، ومن المحتمل للغاية أنه قد سبق لك ملاحظة أن الأمطار بالفعل متغيرة مع مرور الوقت، فعندما تُقيم في المكان نفسه، فسوف تلاحظ

المراجعون الصغار:

ALINA
العمر:15



شكل 1

A. مقياس مطر منزلي الصنع. **B**. مقياس مطر متخصص ذو دلو قلاب. **C**. مثال على البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام مقياس مطر ذي دلو قلاب، يوضح مقدار المطر (بالمليمتر، على محور الصادات) المتساقط بمرور الوقت (محور السينات) في 27 يونيو 2017 في حرم معهد Ecole des Ponts ParisTech، يشير الوقت إلى توقيت الساعة في ذلك اليوم، وقد حدثت أسرع زيادة في مقياس المطر، مشيرة إلى هطول المطر الأغزر، بين الساعة 13:00 و14:00.

أن السماء لا تمطر فيه طوال الوقت، وحتى أثناء تساقط المطر، يمكن أن تتغير قوة تساقط المطر باستمرار من خفيف للغاية إلى غزير للغاية. عادة ما يدوم سقوط الأمطار الغزيرة لفترات زمنية قصيرة إلى حد كبير؛ وهذا النوع من التقلب في سقوط الأمطار يكون واضحًا على نطاق أوسع أيضًا، وذلك لأنه كما تعلم هناك شهور أو سنوات تكون أكثر رطوبة وغيرها أكثر جفافًا. كما أن هناك تباينًا في المناطق التي يحدث فيها تساقط الأمطار، حيث يمكن أن تمطر كثيرًا في مكان واحد أو لا تمطر على الإطلاق، أو تمطر بغزارة مختلفة، على مسافة بضعة كيلومترات أو حتى على مسافة بضع مئات الأمتار.

ويُعد التقلب إحدى السمات الأساسية لسقوط الأمطار وهو ما يجعل قياسه أمرًا معقدًا. هذا وقد طور علماء الأرصاد الجوية (الأشخاص الذين يدرسون الطقس) والباحثون العديد من أجهزة القياس التي تمكنهم من دراسة التقلب الشديد في سقوط الأمطار. سنشرح آلية عمل الأجهزة الثلاثة الأكثر استخدامًا. تم جمع البيانات التي نقدمها في هذا المقال من حرم معهد Ecole des Ponts ParisTech، الذي أعمل به.

كيف نقيس كمية الأمطار المتساقطة؟

طريقة قياس الأمطار المتساقطة الأكثر شيوعًا هي حساب إجمالي عمق الأمطار خلال فترة معينة، وهو ما يتم التعبير عنه بالمليمتر (ملم). على سبيل المثال، قد نرغب في معرفة عدد ملليمترات الأمطار التي سقطت على مدار ساعة واحدة أو يوم واحد أو شهر واحد أو عام واحد؛ يمكنك الحصول على قياس تقريبي لعمق سقوط الأمطار في المنزل بكل سهولة، ما عليك سوى اتباع الخطوات التالية: (1) أحضر زجاجة ذات جوانب ناعمة، اقطع الجزء العلوي ثم اقلبه رأسًا على عقب في قمة الزجاجة، لتكوين شكل القمع (انظر الشكل 1A). (2) ضع مسطرة على جانب الزجاجة ثم املأ الزجاجة بالماء حتى علامة الصفر على المسطرة، التي يجب أن تكون فوق المطبات الموجودة في أسفل الزجاجة، حيث يمكن أن تؤثر المطبات على القياس. (3) ضع مقياس المطر في الخارج، على أبعد قدر ممكن من المباني والأشجار. (4) راقب مستوى الماء بصورة دورية (على سبيل المثال، كل يوم في تمام الساعة الثامنة صباحًا قبل ذهابك للمدرسة) لجمع بياناتك الخاصة. إذا كنت تخطط لأخذ القياسات خلال فصل الصيف، فستتبخر بعض من المياه الموجودة داخل الزجاجة (ما يصل إلى بضعة ملليمترات في اليوم) وسيؤثر ذلك على قياساتك؛ ولتجنب ذلك، يمكنك إضافة طبقة رقيقة من الزيت إلى الماء، فنظرًا لأنه أخف من الماء، سوف يطفو الزيت فوق سطح الماء ويمنع عملية

التبخر. ستخبرك القياسات التي تحصل عليها من مقياس المطر عن مقدار الأمطار التي تهطل خلال فترة زمنية معينة.

يستخدم المتخصصون أجهزة أكثر تعقيدًا تسمى **مقاييس المطر ذات الدلو القلاب**، ويمكنك رؤية أحدها في الشكل 1B. يبدو مقياس المطر هذا مثل جهازك منزلي الصنع، باستثناء وجود دلوين أسفل القمع، ويتم توجيه الماء المتساقط في مقياس المطر إلى أحد الدلوين بواسطة القمع. وبمجرد امتلاء ذلك الدلو، عادة بعد سقوط 0.2 ملم من مياه الأمطار، يكون الدلو مصممًا لينقلب تلقائيًا، مما يعني أن الدلو الأخر سيكون الآن في أسفل القمع. تبدأ العملية من جديد مع هذا الدلو الآخر، حتى يتم ملؤه وينقلب. يسجل مقياس المطر جميع أوقات انقلاب الدلو، مما سيزود الباحث ببيانات حول مدى سرعة سقوط المطر بمرور الوقت. يوضح الشكل 1C مثالًا على البيانات التي يمكننا الحصول عليها باستخدام مقياس المطر ذي الدلو القلاب، وقد تم تسجيل هذه الملاحظات في 27 يونيو 2017. هذا وقد ازداد عمق تساقط الأمطار (بالملليمتر) بسرعة بين الساعة 13:00 و14:00، مما يعني أنها أمطرت مطرًا غزيرًا خلال تلك الفترة. ولا يُعد هذه الجهاز دقيقًا في فترات هطول الأمطار الخفيفة؛ فعلى سبيل المثال، بين الساعة 05:15 والساعة 13:00، كل ما يمكنك معرفته هو أن 0.2 ملم من مياه الأمطار قد هطلت (انقلاب واحد للدلو)، لكنك لن تعرف متى سقط المطر بالتحديد، وفي حالة وجود كثير من الرياح، فقد يؤثر ذلك أيضًا على مدى دقة الجهاز.

مقاييس المطر ذات الدلو القلاب (TIPPING BUCKET RAIN GAUGES)

جهاز يقيس عمق الأمطار التراكمي (بالملليمتر) في موقع معين.

كيف نقيس حجم قطرات الأمطار؟

مما تتكون الأمطار؟ من قطرات مياه الأمطار، هذا واضح! لكن لا تتسم مقاييس المطر بالحساسية الكافية اللازمة لأخذ قياسات القطرات المفردة من مياه الأمطار، ولبدء جمع البيانات حول القطرات وحجمها، تحتاج إلى جهاز يسمى **الديسدروميتر** (أو مقياس القطرات).

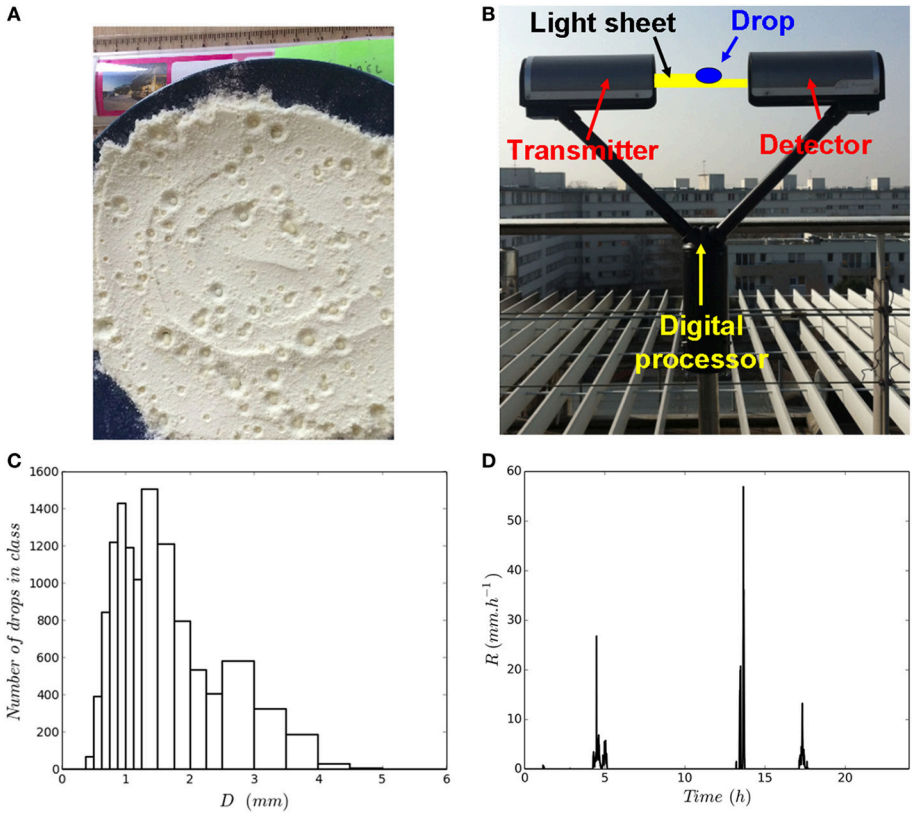
الديسدروميتر (DISDROMETER)

جهاز يقيس حجم وسرعة كل قطرة مطر تمر من خلاله.

قبل وصف مقياس الديسدروميتر "الفعلي"، إليك كيفية صنع مثله في المنزل (انظر المرجع [1] للحصول على وصف أكثر تفصيلًا). اتبع الخطوات التالية: (1) أحضر طبقًا وضع به بضعة ملليمترات من الدقيق على سطحه. (2) عندما يكون الجو ممطرًا، اذهب إلى الخارج مع تغطية الطبق، ثم اكشف عنه لبضع ثوانٍ حتى تسقط بعض قطرات المطر عليه وتخلق فوهات صغيرة، ثم عد إلى الداخل. (3) حلل النتيجة.

ستلاحظ أمرًا مشابهًا لما هو موضح في الشكل 2A، وستلاحظ أن القطرات ليس لها الحجم نفسه - فبعضها صغير للغاية والبعض الآخر كبير للغاية. في الواقع، تكون الفوهات أكبر من القطرات لأن الماء ينتشر قليلًا بعد أن يصطدم بالطبق، لكنها ما تزال تتيح لك تصور مجموعة متنوعة من أحجام القطرات بشكل مباشر، حتى خلال فترة زمنية قصيرة للغاية.

فكما ترى، أراد خبراء الأرصاد الجوية والباحثون الحصول على جهاز أكثر آلية ودقة من طبق الدقيق! فهم حاليًا يستخدمون الديسدروميتر الضوئي، الذي يعمل بالطريقة الموضحة في الشكل 2B. يتكون هذا النوع من الديسدروميتر من جزءين: جهاز إرسال وجهاز استقبال. يُصدر جهاز الاستقبال لوحًا ضوئيًا يصل ارتفاعه إلى عدة ملليمترات. يتم وضع جهاز الاستقبال مع جهاز الإرسال في وضع الاصطفاف، مما يعني أنه في حالة عدم سقوط أمطار، يتلقى جهاز الاستقبال جميع الضوء. ومع ذلك، عندما تمر قطرة مطر عبر اللوح الضوئي، خمن ماذا يحدث؟ يقل مقدار الضوء المستقبل نظرًا لأن قطرات المطر تحجب قدرًا من الضوء. إذا سقطت القطرة بسرعة، فستكون فترة النقص في مقدار الضوء المستقبل أقل. هكذا يتم حساب السرعة المتجهة لهبوط القطرات المتساقطة (السرعة). إذا كانت القطرة



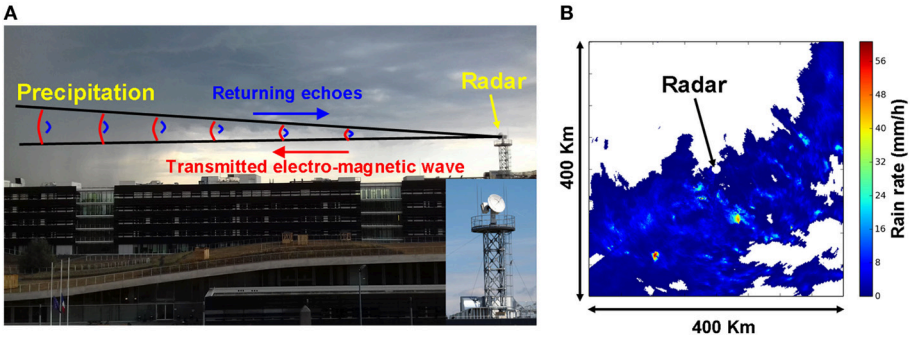
شكل 2

شكل 2

A. يوضح القياسات التي تم الحصول عليها باستخدام جهاز الديسدروميتر المنزلي، المصنوع من دقيق موضوع في طبق. **B**. الديسدروميتر الضوئي. يتكون من جهاز إرسال يرسل لوحًا ضوئيًا تجاه جهاز الاستقبال. عندما تسقط قطرة بين جزئي الجهاز، يصبح جهاز الاستقبال مظلمًا (يُرجى الاطلاع على المرجع [1, 2] لمطالعة البحث العلمي الذي استخدم هذا الجهاز). **C**. يوضح بيانات جهاز الديسدروميتر عدد قطرات المطر، بناءً على الفئة الحجمية للقطرات، التي تم قياسها أثناء سقوط المطر الذي حدث في 27 يونيو 2017 فوق حرم معهد Ecole des Ponts ParisTech. على محور السينات، يمكنك رؤية حجم الفئة القطرية وعلى محور الصادات، عدد القطرات لهذه الفئة. وكما ترى فاتساع الفئات المختلفة ليس دائمًا بالمستوى نفسه. حيث تكون أصغر للقطرات الصغيرة وهي الأكثر عددًا **D**. يوضح معدل سقوط الأمطار بوحدة ملم/ ساعة (محور الصادات) مع مرور الوقت بالساعة (محور السينات)، خلال حدث سقوط المطر نفسه الموضح في الشكل **C**. يوضح هذا الرسم البياني أن مقدار سقوط المطر وصل إلى ذروته ثلاث مرات خلال ذلك اليوم.

كبيرة، فستكون الإشارة التي يقيسها جهاز الاستقبال أقل من تلك التي يقيسها في حال القطرة الصغيرة، وعلى هذا النحو يتم قياس حجم القطرات. وبهذه الطريقة يتم قياس حجم كل قطرة، تمر بين جهاز الإرسال وجهاز الاستقبال، وسرعتها المتجهة.

قد يصل حجم قطرات المطر إلى 6-5 ملليمترات (ملم)، وتنقسم القطرات الكبيرة أثناء سقوطها؛ وفي الحقيقة، لا تكون قطرات المطر عند هذا الحجم قوية بما يكفي لتقاوم قوة الرياح المؤثرة عليها عند سقوطها بسرعة، حيث تزداد السرعة المتجهة لقطرات المطر المتساقطة تبعًا لحجمها: تسقط قطرات المطر ذات حجم 1 ملم بسرعة 3 م/ث، بينما تسقط قطرات المطر ذات حجم 5 ملم (قطرات كبيرة الحجم للغاية) بسرعة 8 م/ث. يوضح الشكل 2C عدد القطرات، من كل حجم، التي سقطت أثناء حدوث عاصفة في يوم 27 يونيو 2017 في باريس. عدد القطرات الصغيرة أكبر من عدد القطرات الكبيرة؛ ولكن تذكر أن قطرة المطر ذات حجم 1 ملم يكون حجمها أصغر بمقدار 125 مرة من قطرة المطر ذات حجم 5 ملم! وهذا يعني أنه على الرغم من أن عدد قطرات المطر الكبيرة ليس كثيرًا، فإنها تمثل قدرًا كبيرًا من عمق المطر المتساقط. دعونا الآن نتناول الفترة الزمنية المتتالية هنا وهي 30 ثانية؛ فبجمع حجم جميع القطرات التي مرت عبر جهاز الديسدروميتر على مدار 30 ثانية، يمكنك حساب مقدار عمق المطر المتساقط خلال كل فترة زمنية قدرها 30 ثانية. سيوضح هذا التقييم معدل المطر، الذي يُقاس عادة بوحدة ملم/ساعة، حيث يوضح لك معدل المطر قوة سقوط المطر، ويتوافق معدل المطر مع عمق المطر المتراكم على مدار ساعة، إذا ظل معدل المطر ثابتًا خلال هذه الساعة (وهذا لم يحدث في الواقع أبدًا). هذا ويوضح الشكل 2D معدل المطر (ملم/ساعة) المتساقط خلال فترة زمنية قدرها 30 ثانية، في يوم الحدث نفسه الموافق 27 يونيو 2017، حيث يمكنك بسهولة أن تلاحظ التباين الكبير في معدل المطر في الرسم البياني.



شكل 3

شكل 3

A. يعمل رادار الطقس من خلال إرسال موجة في الجو، بحيث ترد قطرات المطر جزء منها إلى الرادار. يقع الجهاز الموضح في الشكل في حرم مدرسة Ecole des Ponts ParisTech. **B**. يتم إعداد خريطة سقوط الأمطار من خلال استخدام البيانات المستمدة من هذا الرادار في يوم 15 سبتمبر2016، على مدار 3 دقائق و40 ثانية. يمكن رؤية نقطتين كثيفتين تشيران إلى مناطق سقوط أمطار بغزارة في الجزء السفلي من الخريطة.

كيف يتم إعداد خرائط سقوط الأمطار؟

حتى الآن، قد ناقشنا فقط الأجهزة التي تقدم قياسات لمقدار سقوط الأمطار في مكان محدد؛ يعطينا جهاز مقياس المطر وجهاز الديسدروميتر على حد سواء فكرة عن المطر الذي يسقط عليهما فقط، ولكن ليس عن المطر الذي يسقط على المناطق المحيطة بهما أو على بعد 20 كم منهما. ولإعداد خرائط سقوط الأمطار، وهي خرائط توضح مقدار الأمطار المتساقطة فوق أماكن مختلفة خلال فترة زمنية محددة (على سبيل المثال، 5 دقائق أو ساعة)، فنحن بحاجة إلى الاعتماد على **رادار الطقس**.

رادار الطقس
(WEATHER RADAR)

جهاز يساعد في حساب خرائط سقوط الأمطار على منطقة كبيرة لمدى زمني مختلف (على سبيل المثال 5 دقائق، وساعة، ويوم).

تُعرض طريقة عمل رادار الطقس في الشكل 3A. أولًا، يرسل جهاز الرادار موجة كهرومغناطيسية في اتجاه واحد، فتنقل بعض الطاقة عبر الجو، وعندما تصل هذه الطاقة إلى قطرة مياه في إحدى السحب، يرتد جزء صغير من هذه الطاقة لجهاز الرادار؛ وبالتالي، يقيس الجهاز هذا المقدار الصغير من الطاقة الواردة من جميع القطرات، وباستخدام برامج الحاسوب الخاصة، يمكن تحويل مقدار الطاقة الوارد إلى مقدار المطر. من الضروري، ملاحظة أن الرادار لا يقيس مقدار المطر مباشرة، ولكنه، بدلًا من ذلك، يقيس مقدار الطاقة المرتدة من القطرات. هذا وقد اتضح أن عملية تحويل مقدار الطاقة إلى مقدار المطر عملية معقدة، وما يزال الباحثون يعكفون على إجراء دراسات بحثية لتحسينها [3].

متجانس

أن تكون المعايير متماثلة في جميع الأماكن.

على سبيل المثال، يفترض أن يكون توزيع حجم القطرات وموقعها في البكسل الراداري **متجانسًا**؛ وهذا تبسيط شديد للواقع من دوره أن يؤثر في القياسات [4]. تمكن برامج الحاسوب جهاز الرادار من حساب مقدار سقوط الأمطار في أماكن بعيدة عنه، ويمكن لجهاز الرادار الدوران، كما يمكنه تغيير وجهته، لذا يستطيع حساب معدل المطر المتساقط في المناطق المحيطة به بالكامل.

تبعًا لنوع جهاز الرادار، يمكن قياس مقدار سقوط الأمطار على بعد يزيد عن 150-200 كم من الرادار؛ وتمتلك العديد من الدول المتقدمة شبكة من معدات الرادار. من خلال دمج البيانات التي قامت جميع أجهزة الرادار المختلفة بتجميعها، يمكننا الحصول على خرائط حساب معدل سقوط الأمطار فوق البلد بأكمله. يوضح الشكل 3B مثالًا على خريطة رادارية لسقوط الأمطار، قام جهاز الرادار في معهد Ecole des Ponts ParisTech بقياسها، حيث يمكن رؤية تنوع مقدار سقوط الأمطار من خلال ملاحظة النقطتين شديدتي الكثافة في الجزء السفلي من الخريطة، باللونين الأصفر والأحمر.

ما الذي تعلمناه؟

يختلف مقدار سقوط الأمطار اختلافًا كبيرًا، مع مرور الوقت وبين الأماكن المختلفة على حد سواء، مما يجعل عملية قياسه صعبة. ففي الواقع، يجمع جهاز مقياس الأمطار المياه التي تسقط عليه، كما يسجل التغير في عمق المطر مع مرور الوقت، والذي يُقاس بالمليمتر، ويمكنك الحصول على مزيد من المعلومات التفصيلية باستخدام جهاز الديسدروميتر. يُصدر جهاز الديسدروميتر لوحًا ضوئيًا يُحجَب جزئيًا عند سقوط قطرة مطر عبره، ويتم حساب حجم كل قطرة تمر عبر اللوح الضوئي وسرعتها المتجهة من خلال حساب مقدار الضوء المحجوب. ولإعداد خرائط سقوط الأمطار التي تقيس مقدار سقوط الأمطار فوق عدة أماكن، يتعين علينا استخدام جهاز الرادار، الذي يرسل باختصار قدرًا من الطاقة إلى الجو، ويحلل مقدار الطاقة المرتدة إليه عندما ترتد من قطرات المطر في الجو، وما يزال هناك العديد من العلماء يحاولون إيجاد طرق لقياس مقدار سقوط الأمطار بدقة مع مرور الوقت وفي عدة أماكن في آن واحد.

شكر وتقدير

يعرب المؤلفون عن امتنانهم تجاه الدعم المالي الجزئي المقدم من "Hydrology- for Resilient Cities" (منحة مُقدمة من شركة Veolia) لمعهد Ecole des Ponts ParisTech.

المراجع

1. Gires, A., Muller, C. L., le Gueut, M.-A., and Schertzer, D. 2016. Making rainfall features fun: scientific activities for teaching children aged 5–12 years. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 20:1751–63. doi: 10.5194/hess-20-1751-2016
2. Gires, A., Tchiguirinskaia, I., and Schertzer, D. 2016. Multifractal comparison of the outputs of two optical disdrometers. *Hydrol. Sci. J.* doi: 10.1080/02626667.2015.1055270
3. Berne, A., and Krajewski, W. F. 2013. Radar for hydrology: unfulfilled promise or unrecognized potential? *Adv. Water Resour.* 51:357–66. doi: 10.1016/j.advwatres.2012.05.005
4. Schertzer, D., Tchiguirinskaia, I., and Lovejoy S. 2012. "Getting higher resolution rainfall estimates: X-band radar technology and multifractal drop distribution," in *Proceedings of the Weather Radar and Hydrology Symposium Held in Exeter, UK, April 2011*. (Vol. 351), IAHS Publ. p. 672.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Jeffrey Reimer, University of California, Berkeley, United States

الاقتباس: Gires A (2021) كيف نقيس مقدار الأمطار المتساقطة؟ Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2018.00038-ar

مُترجَم ومقتبس من: Gires A (2018) How Do We Measure Rainfall? Front. Young Minds 6:38. doi: 10.3389/frym.2018.00038

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2018 © Gires 2021. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ALINA، العمر: **15**

أنا طالبة طموحة في المرحلة الثانوية، أحب القراءة، والكتابة، والمشاركة في التجارب المعملية المسلية. كما أشعر بالفضول تجاه تعلم المزيد حول العلوم في الفصل، خاصة علم النفس، وعلم الأحياء. سعدت بالإسهام في عملية مراجعة لمجلة Frontiers for Young Minds، حيث كانت بمثابة فرصة عظيمة لتعلم المزيد حول أشياء لا تُدرس في الفصل.

المؤلفون

AUGUSTE GIRES

يتمثل عملي في دراسة سقوط الأمطار في محاولة مني لتحسين فهم طابعها المتباين والمعقد، حيث أدرس قياس مقدار المطر المتساقط ونمذجته، وهما مجالان بحاجة إلى التحسين؛ لكي يتمكن الباحثون من فهم عملية سقوط الأمطار بشكل أفضل؛ كما أدرس أيضًا مجال الهيدرولوجيا (علم المياه) الحضرية، في محاولة لتحسين إدارة سقوط الأمطار والتعامل معها بمجرد سقوطها على المدن، أعمل في مختبر علم المياه والأرصاد الجوية وتعددية المقاييس التابع لمعهد Ecole des Ponts ParisTech. auguste.gires@enpc.fr*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology