



رياضيات كوكب الأرض



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

سلسلة مقالات رياضيات كوكب الأرض

هواؤكم صحتكم

تأليف: إيزابيل هيرلين Isabelle Herlin و فيفيان ماليت Vivien Mallet

ترجمة: د. محسن سعد الله

مراجعة: د. أبوبكر سعد الله

تنسيق: خالد العتيبي

مقال قصير حرّته

إيزابيل هيرلين Isabelle Herlin وفيفيان ماليت Vivien Mallet (فريق كليم Clime) من معهد إنريا Inria للبحث في المعلوماتية والأتمتة («فرنسا» ، باريس-روكوكورت Paris-Rocquencourt).

للاستزادة

- حوار (صوتي) مع فيفيان ماليت على الموقع الإلكتروني: <https://interstices.info>.
- Bruno Des processus à la modélisation .Pollution atmosphérique. (كتاب لبرينو سيورتيس Sportisse).
- مشروع «هواؤكم» Votre Air: تعاون جمعية «أيرباريف» Airparif، ومعهد البحث في المعلوماتية والأتمتة «إينيريا» Inria (فرنسا) ومؤسسة «نومتيك» Numtech.

حقوق نشر الصور والرسوم التوضيحية

- «إينيريا» Inria، فريق كليم CLIME.
- محرر محتوى هذا المقال وفق الترخيص رقم 3.0 FR CC BY-NC-ND. المُصرّح من قبل مؤسسة كرياتييف كومونز Creative Commons. حقوق النشر محفوظة.

نُشر أصل المقال في عام: ٢٠١٢ - نُشرت ترجمة المقال في عام: ٢٠١٥

٠٢

الحياة والمجتمع

الفضاء والطاقة

الغلاف الجوي والطقس

الهندسة والاقتصاد

نتائج القياسات

تمثل قياسات تركيز الملوثات جملة ملاحظات من الواقع، ومن شأن تلك القياسات تحسين نتائج النماذج وجعلها أقرب إلى الحقيقة، كما يمكننا استخدام هذه الملاحظات بطرق شتى، وذلك في إطار رياضي يدعى دمج البيانات Data assimilation. فعلى سبيل المثال، يمكن قياس أدق توقع بفضل المتوسط الوزني (weighted mean) للنتائج المستخلصة من مجموعة نماذج، ووزن كل منها يزيد أو ينقص وفق أهمية القياسات، كما أنه بالإمكان الوصول إلى التوقعات عندما نستعمل معها النتائج المتحصل عليها من النموذج والملاحظات، مراعين مدى الثقة التي نمناها لكل نموذج.

(١) انظر <http://cerea.enpc.fr/polyphemus>

(٢) انظر https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_method

(٣) انظر https://en.wikipedia.org/wiki/Weighted_arithmetic_mean

هامش خطأ التوقعات

إن معرفة هامش خطأ التوقعات أمر حاسم وبالع الأهمية في سياق التحليل الموضوعي للمخاطر المحدقة بالسكان وفي نطاق اتخاذ القرارات المثلى. من أجل ذلك يمكن أن نأخذ في الاعتبار مجموعة من عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها بواسطة النموذج باستخدام قيم مختلفة من البيانات المدخلة والعوامل المؤثرة. تفيدنا طريقة مونت-كارلو (Monte-Carlo) عند التقيّد ببعض الفرضيات الرياضية) بأن متوسط عمليات المحاكاة تلك يمثل قيمة تقريبية جيدة لأفضل توقع، بالإضافة إلى ذلك، فإن تشتت dispersion مجموعة عمليات المحاكاة (أي توافق عناصر المجموعة أو عدمه) ينبئنا بهامش الخطأ في التوقع.

قياسات تركيز الملوثات

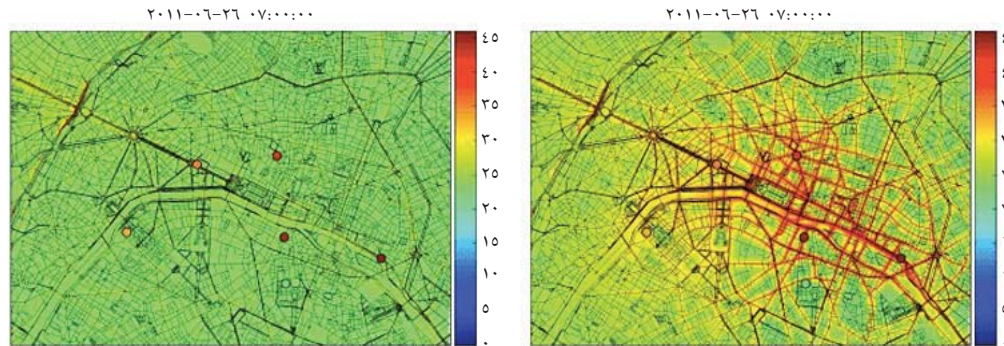
لقد أصبح من الممكن اليوم إجراء قياسات لتركيز الملوثات بفضل أجهزة استشعار خاصة، وفي فرنسا -مثلاً- تُستكمل هذه القياسات لتشمل بقية الأراضي من خلال استعمال نموذج عددي^(١) يقيس جودة الهواء، ويعكس هذا النموذج آلية تنقل الملوثات في الهواء والتفاعلات الكيميائية الجارية بين هذه الملوثات، كما يراعي النموذج حالة تلاشي الملوثات نتيجة ترسباتها على سطح الأرض وكذلك نتيجة تساقط الأمطار. وحتى يوفر النموذج توقعات ناجحة تسمح لصنّاع القرار باتخاذ الإجراءات اللازمة في حالة وجود تهديد للصحة العامة، فإننا نحتاج إلى العديد من البيانات مثل: اتجاه الرياح وقوتها، وحركة السحب، إلخ. نلاحظ أن تلك البيانات عادة ما تكون معروفة بشكل تقريبي، وينطبق الحال نفسه على قيم العوامل المستخدمة في النموذج العددي، ونتيجة لعدم دقة هذه التقديرات فسيكون هناك هامش خطأ لتوقعات جودة الهواء.

ملوثات الطبيعة

يحتوي الهواء الذي نستنشق على ملوثات عدّة، وبطبيعة الحال فالأنشطة البشرية تعتبر من أهم أسباب مكوناتها مثل: حركة السيارات، الانبعاثات الصناعية، الزراعة، إلخ. بالمقابل تنتج الطبيعة أيضًا عددًا من الملوثات مثل: المركبات العضوية الطيارة المنبعثة من النباتات، وغبّار الانفجارات البركانية.

دراسة التلوث البيئي

من الأهمية بمكان أن ندرس تعرّض المجتمع للتلوث بغية معرفة آثارها على الصحة واتخاذ التدابير التنظيمية اللازمة، وقد صنّفت منظمة الصحة العالمية، منذ أكتوبر ٢٠١٣، تلوث الهواء الخارجي ضمن الفئة الأولى المسببة للوفيات جرّاء الإصابة بمرض السرطان، رغم أنه من الصعب إثبات العلاقة السببية بينهما خارج نطاق السياق العرّضي، ذلك أن تعرّض الأشخاص للتلوث عادة ما يكون بمستويات متدنية نسبيًا، ولكنها مستمرة عبر الزمن، وفي مثل هذه الحالة، لا ينفذ استخدام الأساليب الوبائية التقليدية التي تقارن مجموعة من الناس المعرّضة لإحدى ظواهر التلوث بمجموعة أخرى تعتبر بمثابة الشاهد (المجموعة الضابطة).



محاكاة دون اندماج (على اليسار)، محاكاة ودمج للمعطيات المُقاسة (على اليمين)
الدوائر الملونة تمثل محطات القياس التابعة لجمعية أيرباريف (Airparif).



خارطة التلوث بثاني أكسيد النيتروجين
(بالميكروجرام/ متر مكعب)