

## إحصائيات "الكورونا" ومذجة الذروة في الجزائر والصين: دراسة منهجية نقدية

عصام مالكي\*

تاريخ الوصول: 20/06/2020 / تاريخ القبول: 03/07/2020 / تاريخ النشر: 18/07/2020

المؤلف المراسل: I.Malki@westminster.ac.uk

### ملخص

في هذه الدراسة نركز على المشاكل المنهجية التي تفتقر إليها الكثير من التقارير الإحصائية وبالخصوص تلك التي تحاول تقدير أو التنبؤ بعدد الاصابات أو الوفيات. نستعرض في هذه الدراسة الأسس المنهجية والبنى النظرية التي يجب أن تتحلى بها أية دراسة أين تكون المعطيات الرقمية والإحصائية هي الأساس. بناءا عليه نقدم مثالين تطبيقيين. الأول يتعلق بتقدير الذروة. أما المثال الثاني فيركز على تحديد أهم العوامل الكلية لأكثر من 200 دولة التي تفسر عدد الاصابات أو الوفيات. من أهم نتائج هذا المقال أن تفسير الظاهرة الزمني والمقطعي قد يتغير بتغير النماذج و مبانيها الرياضية والإحصائية. وعليه، فإن أي تفسير للظاهرة يجب أن يكون احتماليا، لا قطعيا

كلمات مفتاحية: إحصائيات الكورونا، الذروة، نموذج الانحدار الخطي، نموذج بواسون.

تصنيف جال: C18, C21, C22

\* Westminster Business School, University of Westminster, 35 Marylebone road, London, NW1 5LS. Email: i.malki@westminster.ac.uk

## **LES STATISTIQUES ET LA MODÉLISATION DU PIC DU CORONA EN ALGÉRIE ET EN CHINE: UNE ÉVALUATION CRITIQUE SCIENTIFIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE**

### **RÉSUMÉ**

Le principal objectif de cet article est d'évaluer d'un œil critique les approches statistiques pour modéliser la propagation du Coronavirus. Nous fournissons deux exemples pratiques. Le premier concerne l'estimation des pics. Le deuxième se concentre sur l'identification des facteurs les plus importants pour plus de 200 pays expliquant le nombre de cas ou de décès. L'étude conclut que n'importe quelle deduction à propos du Coronavirus doit être s'effectuer avec prudence puisqu'ils peuvent dépendre de la forme et les des spécifications du modèle statistique.

**MOTS CLÉS :** Statistiques de Corona, le pic, modèle de régression linéaire, Modèle de Poisson.

**JEL CLASSIFICATION :** C18, C21, C22

## **CORONA STATISTICS AND THE MODELLING OF THE PEAK IN ALGERIA AND CHINA: A CRITICAL ASSESSMENT**

### **ABSTRACT**

The main purpose of this paper is to critically assess the statistical approach to modelling the spread of Corona virus. In this context, the study outlines the main principles and theoretical foundations required for any statistical and econometric modelling of the spread of Corona virus. We also offer two applications including (i) modelling the peak of Corona cases and deaths and (ii) modelling the determinants of the Corona cases and deaths in over 200 countries. The study concludes that any inferences about Corona virus should be

made with caution as they may well depend on the forms and specifications of the statistical models

**KEY WORDS :** Statistics of Corona, peak, linear regression model, Poisson model..

**JEL CLASSIFICATION :** C18, C21, C22

#### مقدمة

أظهر فيروس الكورونا الكثير من الظواهر ما كانت لتظهر لولا تفشيهِ وإعلانه كوباء عالمي. والهدف من هذه الرسالة هو التركيز على ظاهرة واحدة، والتي صارت تؤدي دوراً محورياً في طمأننة أو ترويع الناس وهي استخدام الأرقام، وبشكل دقيق استخدام الإحصائيات. المنحى الذي أخذته هذه الظاهرة هو الترويع أكثر من التحقيق في الظاهرة. وبالرغم من أن الإحصاء كعلم نظري هو علم دقيق وله مباني رياضية صلبة، إلا أن دخول المعطيات والمشاهدات (الملاحظات الرقمية للظواهر التي يتبناها الأخصائي أو الإحصائي) تؤثر على دقة هذه النماذج الرياضية وبالتالي الصورة التي تعكسها الأرقام قد تكون مغلوطة (أو متحيزة كما هو مصطلح عليه إحصائياً).

و هدف هذا المقال هو تقديم دراسة نقدية للمنهجية الإحصائية موضعاً علاقة جودة النماذج الإحصائية بجودة ودقة المعطيات ومدى توفرها. وعليه فإننا لما نقرأ الأرقام الإحصائية ونتائجها علينا أن نأخذها بمأخذ احتمالية الوقوع أكثر من كونها مؤكدة الوقوع. وعليه فإن هدف المقال هو منهجي ونقدي أكثر منه محاولة لفهم الظاهرة. ومن هنا نحاول في هذا المقال الإجابة على الإشكال التالي: إلى أي مدى يمكن الاعتماد على النماذج الإحصائية لتقدير والتنبؤ الكورونا كظاهرة مستجدة في مجتمع ما؟ وللإجابة على هذا الإشكال نقوم بطرح نقدي للمنهجية الإحصائية لحالات الإصابات والوفيات من وجهتين: الوجهة الأولى تعتمد على نمذجة الذروة باستخدام ثلاث أشكال رياضية ومنه نحاول الإجابة على السؤال الثاني: هل هناك ذروة؟ وإن كانت ذروة، ما هو المجال الزمني

لها؟ أما الوجهة الثانية فهي محاولة فهم أهم المؤثرات المفسرة لظاهرة الكورونة بشكل مقطعي في نموذج يشمل أكثر من 205 دولة. أي نحاول أن نجيب على السؤال الثالث: ما هي العوامل المؤثرة على عدد الإصابات والوفيات؟. وفي هذا الإطار، نقوم بإعطاء أمثلة عن مدى حساسية النماذج الإحصائية وتغير تفسير النتائج بتغير النماذج، ما يدل على أهمية توخي الحذر في تفسير النتائج الإحصائية.

بقية المقال مقسمة إلى أقسام خمسة؛ القسم الثاني يعني ببعض إشكالات النمذجة الإحصائية لأهم مؤشرات انتشار فيروس كورونا مع تقديم بعض المقترحات البسيطة. كما يعني القسم الثالث بنمذجة الذروة في الصين وفي الجزائر وعرض لنتائج بناء على خيارات نمذجة مختلفة تساعد على توضيح الصورة أكثر عن منهجية استخدام الأرقام. والقسم الرابع يستعرض مدى تأثير البنى التحتية الاقتصادية وغيرها لمواجهة خطورة انتشار الأوبئة. يليه القسم الخامس و الذي ناقش فيه النتائج. أما القسم الأخير فيختتم البحث مع تبيان نقاط ضعفه.

## 1- النمذجة الإحصائية للذروة والنمو الأسي

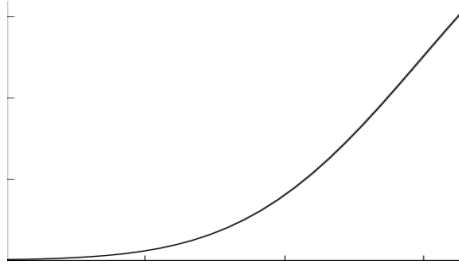
انتشرت في الآونة الأخيرة دراسات كثيرة تهتم بالتنبؤ بالإصابات والوفيات جراء انتشار فيروس الكورونة. وأهم ما يميز هذه الدراسات هو استخدام نموذج النمو الأسي. وهذا ما يعني أنه إذا كان الانتشار أسيا بشكل مطلق، فإن عدد الإصابات والوفيات ستزيد أسيا كذلك ما يعني ضمينا أن مخلفات انتشار الوباء سيكون كارثيا.

للإشكال له في الطرح شقين؛ الأول أن مثل هذه النتائج هي احتمالية، حتى وإن توفرت كل المعطيات الدقيقة اللازمة ومناسبة البنية الرياضية للمعطيات، لأنه لسبب بسيط يوجد دائما الخطأ العشوائي والذي لا يمكن أخذه بعين الاعتبار ومشاهدته بدقة وهو ما يجعل المعطيات منقوصة، ما يتطلب استخدام توزيع احتمالي لقياسه. أما الثاني

فهو يتعلق بالبنية الرياضية التي لا تستند لمرجعية نظرية تعطيها تفسيراً مقبولاً لمثل هذه التوقعات.

و لتوضيح الإشكال لا بد من طرح التصور بالشكل التالي. أولاً الشكل الرياضي لحالات الوفيات أعطي بالشكل البياني التالي:

شكل بياني رقم 1: الشكل النظري للدالة الأسية



الشكل البياني تقريبي و لا يجب أخذه على أنه دقيق، و لكنه يحافظ على التطور الأسي الذي تم استخدامه في عدد من الدراسات التي تعنى بنمذجة انتشار الأوبئة<sup>1</sup> استخدام هذا النموذج الرياضي<sup>2</sup> لا يعد خطأ في حد ذاته، ولكن الكثير من محلي المعطيات يغفلون حقيقة أن هذا التوجه الأسي لا يعبر عن حقيقة النمو للظواهر الطبيعية والتي لا تخلو من الخطية من جهة. كما أن نمو الكثير من الظواهر يغلب عليه التباطؤ في فترة من الفترات و بالتالي التغير الأسي لا يعبر بشكل حقيقي عن حقيقة الظاهرة. وهذا ما ينتج عنه ما يسمى بتحيز النمو الأسي والذي يتركز أساساً على الفهم الخاطئ للظاهرة كون الإدراك العقلي يستوعبه بشكل خاطئ<sup>3</sup>

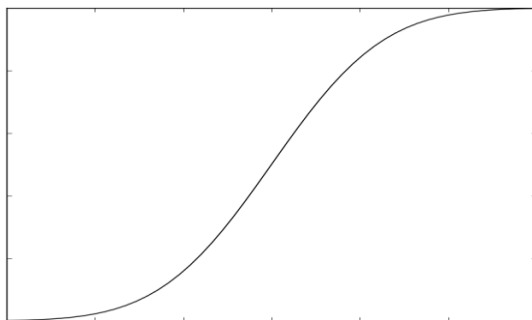
<sup>1</sup> Ranjan (2020), Elmousalimi and Hassanein (2020), Petropoulos and Makridakis (2020), Christian and Christian (2020).

<sup>2</sup> النموذج الرياضي يمكن التعبير عنه بالدالة الرياضية التالية:  $f(x) = \alpha_0 e^{\alpha_1 x}$ .

<sup>3</sup> Levy and Tasoff (2017), Dezechache et al (2020)

و قبل الخوض في المعطيات لا بد من توضيح الأمور التالية. النمو بشكل عام يبدأ بمستويات منخفضة، ثم يتسارع إلى مرحلة الذروة، لكنه يتعرض للتباطؤ والثبات بعد تخطي هذه الذروة. وهذا لسبب بسيط جدا، هو أن أي عملية نمو تحتاج إلى إمداد الظاهرة بكل ما تحتاجه من العوامل المغذية للنمو، وعندما تزول هذه العوامل يتوقف النمو. وهنا لسنا بمعرض بحث هذه العوامل ولكن النقطة الأساس هي أن عوامل النمو غير متوفرة بشكل لا نهائي ولا بد لها من النفاذ<sup>4</sup>. والمنحنى الأسّي في هذا الافتراض يتطور ليتخذ الشكل التالي:

شكل بياني رقم 2: الشكل النظري لتوزيع المجموع التراكمي



يمثل المنحنى السابق النتيجة المتوقعة للمجموع التراكمي للإصابات والوفيات أي بمعنى أنه سيتغير من شكله الأسّي البحث إلى شكل يعرف بأنه لوجستي يسمح بوجود سلوك أسّي في طبيّاته. وهذا يعني بانعدام مقومات النمو، يتوقف النمو. فمثلا إجراءات الحجر الصحي، تطبيق الاحتياطات الصحية الموصى بها، إجراء الاختبارات لتحديد مناطق الانتشار وعزلها، و ما إلى ذلك من الإجراءات التي تؤثر على العوامل اللوجستية لنمو مثل هذه الظواهر.

<sup>4</sup> تشير فقط للظواهر المادية والطبيعية التي تتطلب أسبابا فيزيائية للنمو. وأشار إلى مثل هذا النمط من النمو الغالب في مجال انتشار الأوبئة العديد من الباحثين من أمثال:

وبالعودة إلى الشكلين البيانيين السابقين فإن المجموع التراكمي للإصابات أو الوفيات هو ما يتخذ الشكل اللوجستي و هو يختلف عن عدد الإصابات اليومي. الأول يستخدم لمعرفة مجموع الإصابات عند أي نقطة في الزمن، أما الثاني فيستخدم لمعرفة ديناميكية الإصابات يوميا. يوضح لنا هذا الأخير توزيع الإصابات على حسب اليوم وهو الأصح لمعرفة نسبة التغير، وللتوضيح أكثر بشكل رياضي فإن المجموع التراكمي لليوم الثاني من تسجيل المعطيات يحوي على مجموع الإصابات في اليوم الأول. ومجموع اليوم الثالث يحوي أيضا مجموع الإصابات في اليومين الأول والثاني وهكذا دواليك. إذن تعقب التغير من هذا الأساس هو مغلوط كون المعلومات في الأيام السابقة معادة في آخر يوم لتقييد الإصابة. وإلى جانب ما سبق، فإن المجموع التراكمي للإصابات لا يأخذ بعين الاعتبار الحالات التي شفيت وبالتالي خروجها من حالات الإصابة. والأمر الثاني أن الإحصاءات المستخدمة لمثل هذه الظواهر هي عبارة عن مجموع تراكمي ولذلك النمو الأسّي يظهر بشكل قوي في بداية الظاهرة. و الأصح هو دراسة توزيع الحالات بشكل يومي ودراسة التغير لمعرفة تطور الظاهرة.

وعليه يتوقع الشكل النظري لتوزيع الإصابات والوفيات بأن يأخذ الشكل كما هو موضح في الشكل البياني رقم 3. يعبر هذا الشكل البياني على التوزيع النظري للإصابات عبر الزمن، ومن المتوقع أن تأخذ ظاهرة الكورونا هذا الشكل؛ أي أن الإصابات - أو الوفيات - ستنتقل من مستويات ضعيفة، ومن ثم تصل إلى أعلى المستويات وهي ما تعرف بالذروة - كما هو مشار إليها بالسهم الأحمر - ومن ثم تبدأ بالتناقص لتصل إلى العدم أو أدنى المستويات.

شكل بياني رقم 3: الشكل النظري لتوزيع الإصابات - أو الوفيات - و الذروة



2- نمذجة الذروة في الصين والجزائر

1.2. النموذج وبعض الإشكالات

نستخدم هنا طرح تقريبي لضرب مثل على نمذجة الذروة بالنظر إلى كون الظاهرة دالة تتغير بتغير الزمن. وعليه نتبنى أطروحة العامل الواحد لتبسيط الإشكالات. النموذج المتخذ يساعد على تقدير نقطة الذروة ولكنه لا يشرح عوامل التفشي وعليه لا يجب أخذ النموذج على أنه يشرح التفشي وإنما نموذج يهدف إلى شرح زمنية الانتشار. النموذج الرياضي يأخذ الشكل التالي:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + u_t \quad (1)$$

أين يعبر  $y_t$  على عدد الإصابات (أو الوفيات)،  $t$  هو الزمن و  $t^2$  هو الزمن مربع. المتغير العشوائي  $u_t$  هو عبارة عن الخطأ العشوائي ونفترض لتبسيط الإشكالات أنه يتبع توزيعا طبيعيا وله الخصائص الإحصائية المرغوب بها. الزمن معبر عنه بالأيام ابتداء من اليوم الأول من بداية تفشي الوباء إلى آخر يوم من تقييد المعطيات المستخدمة في الدراسة. يمكن تقدير هذه المعادلة باستخدام طريقة المربعات الصغرى. للحصول على الذروة يتعين على أن تكون المعلمة  $\beta_1$  موجبة والمعلمة  $\beta_2$  سالبة. وعليه فإن الذروة



يمكن حسابها كما يلي:  $t^* = \frac{\beta_1}{2\beta_2}$ . وهذه الأخيرة تعبر عن اليوم الذي تبلغ فيه عدد الإصابات (الوفيات) حدها الأعلى قبل البدء بالتناقص سواء تدريجياً أم تسارعياً.

**ملاحظة 1:** المعطيات من النوع المتقطع، وبالتالي هناك الكثير من إستراتيجيات النمذجة. الأول هو استخدام عدد الإصابات - أو عدد الوفيات- وافترض خطية المعطيات. وهذا مقبول من الناحية العملية ولكن قد ينطوي على مشاكل إذا كان التوجه العام للمعطيات غير خطي لسبب أو لآخر أو أن حجم العينة غير كافي. هذا الأخير مشكل لكثير من الدول خاصة الجزائر كون إجراءات الوقاية والحجر بدأت بعد مدة طويلة من بداية انتشار الوباء في الصين. وهذا الإشكال سنوضحه في الملاحظة الثالثة.

**ملاحظة 2:** من الملاحظة أعلاه، إذن علينا استخدام نماذج بديلة للتأكد من صلابة النتائج وعدم ضعفها. وفي هذا الشأن يمكن استخدام نفس البنية الرياضية في النموذج أعلاه ولكن بافتراض الأشكال التالية: (أ). الشكل الخطي وافترض التوزيع الطبيعي، (ب). الشكل الشبه اللوغاريتمي بتحويل الإصابات والوفيات إلى اللوغاريتم لإزالة كل الشوائب غير الخطية مع الإبقاء على التوزيع الطبيعي على أنه التوزيع المرجعي، (ج). استخدام أعداد الإصابات أو الوفيات ولكن باستخدام توزيع بواسون<sup>5</sup> لأنه يفترض أولاً أسية تطور الظاهرة المراد دراستها ولكن بشكلها النظري كما هو موضح في الشكل 3 أعلاه. إلى جانب ذلك، فالتوزيع جد مناسب لما تكون الظاهرة مكوّنة من القيم المتقطعة، وأخيراً (د). بالنسبة للدول التي عرفت انتشار الوباء بأسابيع بعد الصين لا تتوفر على معطيات وبالتالي يمكن اعتبارها من الناحية الإحصائية أنها محجوبة<sup>6</sup>. هذا الأخير لا نتعرض له في هذه الدراسة.

<sup>5</sup>الشكل الرياضي لنموذج بواسون يتبع البنية الرياضية المعبر عنها بالمعادلة رقم 3 من هذا المقال.

<sup>6</sup> Censored data

**ملاحظة 3:** المعطيات متوفرة من 31 ديسمبر 2019 و هو تاريخ تسجيل أولى الإصابات في الصين و التاريخ المرجعي للمعطيات التي تقوم منظمة الصحة العالمية بتجميعها. المصادر كلها تستخدم هذا التاريخ لباقي الدول و لكن الوباء لم ينتشر بداية من نفس التاريخ في جميع الدول. وبالتالي نقع هنا في إشكال منهجي وخاصة من ناحية أحجام العينات المستخدمة في النمذجة ومن ناحية المقارنة بين الدول. فمثلا من ناحية الحجم؛ فإن المعطيات المتوفرة عن الصين تفوق المائة مشاهدة. أما بالنسبة للجزائر فهي تقل عن ذلك. أول حالة إصابة سجلت رسميا في الجزائر كانت بعد 57 يوم من الإعلان الرسمي عن انتشار الوباء في الصين. وهذا يشكل تحديا حقيقيا للحصول على تقديرات دقيقة. لو أخذنا العينة بالنسبة للجزائر بداية من اليوم 58 لانتشار الوباء فإننا نواجه إشكالين. الأول، سنحصل على حجم صغير للعينة وغير كافٍ للحصول على تقديرات دقيقة. أما الثاني فهو منهجي، إذ أن تسجيل أول إصابة لا يعني بالضرورة بداية الوباء في ذلك اليوم. فقد يكون الوباء انتشر أياما أو أسابيع قبل تسجيل أول حالة بشكل رسمي. ولذلك سنفترض أن بداية انتشار الوباء متساوية مع كل الدول، ولكن يجب إعادة النظر في هذه الفرضية بنمذجة الوباء باستخدام تواريخ أخرى كتاريخ بداية الحجر الصحي وتاريخ تسجيل أول حالة.

## 2.2. المعطيات:

تشمل المعطيات المستخدمة في هذا المثال الفترة من 31 ديسمبر 2019 إلى 09 جوان 2020 وهي مأخوذة من المركز الأوروبي للوقاية من الأمراض ومكافحتها<sup>7</sup> وهي تشمل جميع دول العالم وتسجل عدد الوفيات والإصابات.

<sup>7</sup> <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>

## 1. 3.2. حالة الصين

يمثل المنحنى البياني رقم 4 توزيع الإصابات - الجانب الأيسر - والمجموع التراكمي - الجانب الأيمن - للإصابات وهي تشبه كثيرا الشكل النظري الذي طرحناه سابقا. وعليه فإن حالات الإصابات في الصين كما تظهر المعطيات الآن هي في حالة الثبات بعد تخطبها الذروة<sup>8</sup>. وبنفس الشكل، نلاحظ أن حالات الوفيات تنحى نفس الشكل الرياضي لعدد الوفيات. العلامة الدائرية في توزيعي الإصابات والوفيات تؤشران إلى زمن بلوغ الذروة وهو كما يظهر ينعكس على توزيعي المجموع التراكمي - على اليمين - بالثبات ما يعني التناقص الحاد إلى ما يشبه الانعدام لتفشي الوباء<sup>9</sup>.

على حسب المعطيات فإن الصين قد تخطت ذروة الإصابات والوفيات التي يمكن تحديدها من المعطيات و هي عند اليوم 45 (أي بتاريخ 13 فبراير 2020) بالنسبة للإصابات والوفيات. ولكن الذي يهمنا هو كيف يمكن التنبؤ بالذروة في حالة المناطق الأخرى التي لم تصل بعد لنقطة الذروة. وبالتالي يمكن استخدام الصين كمثال لتقدير الذروة بشكل إحصائي.

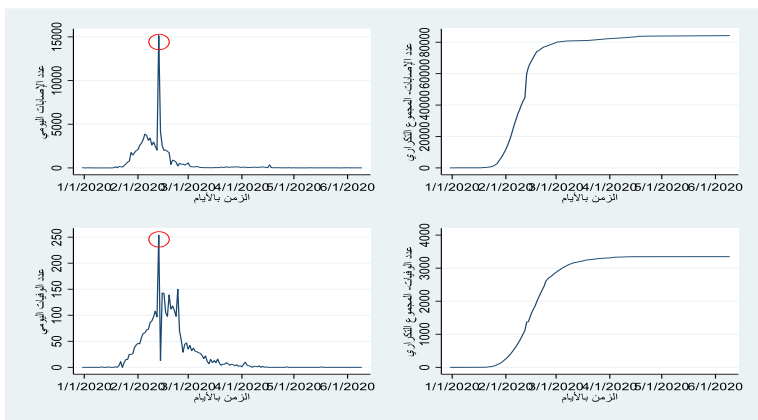
وعليه قمنا باستخدام ثلاث نماذج كما سبق وأن فصلنا، وتتبع النماذج الشكل الرياضي أعلاه. الفرق بينها أن الأول خطي، والثاني شبه لوغاريتمي والأخير يتبع توزيع بواسون. الشكل شبه لوغاريتمي يقوم بتصحيح لا خطية البيانات بسبب وجود بعض الفوارق بين الإصابات - الوفيات - باختلاف الأيام. الشكل الأخير وهو الأكثر ملائمة

<sup>8</sup> يمكن للباحث استخدام اللوغاريتم لتنعيم النمو و لكن يجب الحذر من استخدام اللوغاريتم لكون وجود حالات صفر إصابة - أو صفر وفاة - كثيرة إلى جانب وجود إصابات وحدوية - أو وفيات وحدوية - وبالتالي استخدام اللوغاريتم سيعطي تمثيلا مغلوطا لعدد الحالات. و بالتالي يجب الحذر عند تأويل اللوغاريتم.

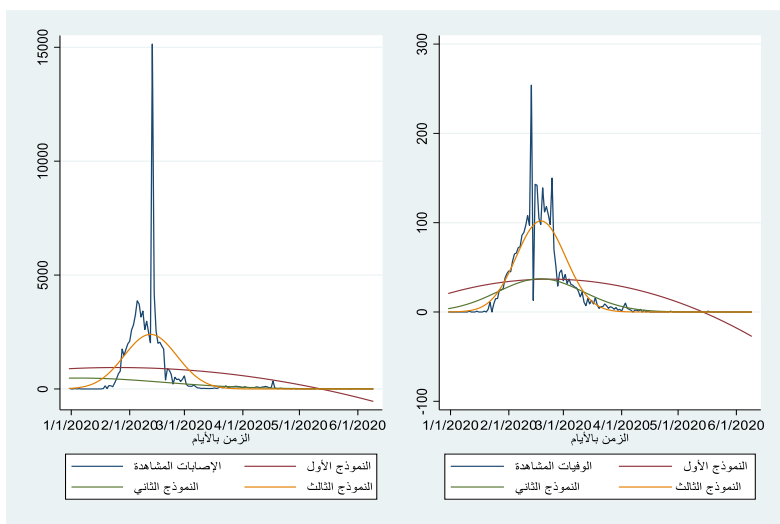
<sup>9</sup> لقد قامت الصين بمراجعة العدد الإجمالي للوفيات ليرتفع بحوالي 1290 حالة إضافية. وهذا الرقم أضيف لعدد الوفيات بتاريخ 17 أبريل 2020 ما أدى إلى ظهور قيمة منطرفة والتي لا تعبر على العدد الحقيقي للوفيات في ذلك اليوم. وهي تتوزع على الأيام السابقة لتاريخ 17 أبريل. وعليه فقد تم حذفها إذا أن توزع الوفيات على التواريخ السابقة للتاريخ أعلاه لا يحتمل أن يؤثر على شكل التوزيع.

للمعطيات و هو يتركز على توزيع بواسون. والسبب لملاءمته طبيعة المعطيات. المعلمات المقدرة كلها معنوية كما وجب التنويه أن خصائص الارتباط الذاتي وتباين البواقي المقدرة قد تم أخذها بعين الاعتبار.

شكل بياني رقم 4: توزيع الإصابات والوفيات (يسار) والمجموع التراكمي للإصابات والوفيات (يمين) في الصين



شكل بياني رقم 5: التقديرات والمشاهدات بحسب النماذج الثلاث – حالة الصين



يلخص الشكل 5 نتائج التقدير باستخدام النماذج الثلاث لعدد الإصابات (جهة اليسار) وعدد الوفيات (جهة اليمين). كلا المنحنيين البيانيين يصوران العينات المشاهدة (المعطيات الفعلية) لعدد الإصابات وعدد الوفيات، والعينات المقدرة بحسب النماذج الثلاث. كل النماذج تدل على وجود ذروة وانخفاض ملحوظ لعدد الإصابات. أما الفوارق بين القيم المقدرة ونظيراتها المشاهدة تعود لبساطة النموذجين واعتمادهما على الزمن كعامل وحيد. وبما أن الهدف ليس تفسير العوامل المسببة للإصابات وإنما الهدف هو تحديد ما إن كانت هناك ذروة، فيكفي التأكد من معنوية العوامل المقدرة وصلابة النماذج من الجهة الإحصائية لاستخدامهما في اختبار وجود الذروة. وكلا الشرطين متوفرين في النماذج<sup>10</sup>. ولكن الملاحظ من المنحنيات البيانية أن نموذج بواسون يتعقب المشاهدات الحقيقية بشكل أدق من نظيره الخطي والشبه اللوغاريتمي. ولكن عموماً النماذج الثلاث تتفق على وجود ذروة و الاختلاف في التواريخ. و يعتبر التاريخ المقدر باستخدام النموذج الثالث الأقرب لتاريخ الإعلان الرسمي للذروة<sup>11</sup>.

النتيجة هي أن الصين تحطت الذروة في كلا الحالتين؛ حالات الإصابة وحالات الوفيات. النماذج المستخدمة تعطي تقديراً احتمالياً عن توقيت الذروة باستخدام ثلاث أنواع من النماذج. كل النماذج تتفق على وجود ذروة ولكن التوقيت يختلف من نموذج إلى آخر. باستثناء حالات الوفيات، فإن الفارق بين تاريخ الذروة المقدرة و الذروة المشاهدة كبير ويصل إلى 39 يوم باستخدام النموذج الثاني و 19 يوم باستخدام النموذج الأول. أما الذروة المقدرة باستخدام النموذج الثالث، حالات الإصابات فهي الأقرب إلى الذروة المشاهدة بفارق يوم واحد. وعليه فإن النماذج التي استخدمت قد تحطت التاريخ الفعلي للذروة كونها نماذج احتمالية. جدول 1 يلخص هذه النتائج.

<sup>10</sup> النتائج الإحصائية الكاملة متوفرة عند الطلب.

<sup>11</sup> كان الإعلان الرسمي للذروة في الصين بتاريخ 12 فبراير 2020 أي بعد 45 يوم من تاريخ تسجيل أول حالة إصابة بالصين

(Xinhua, 2020)

جدول رقم 1: ملخص تقدير الذروة في الصين باستخدام ثلاث نماذج (النتائج كاملة متوفرة عند الطلب)

	حالات الإصابات				حالات الوفيات			
	اختبار الذروة	الذروة المقدرة	مجال الذروة	اختبار الذروة	اختبار الذروة	الذروة المقدرة	مجال الذروة	اختبار الذروة
النموذج 1	نعم	45	26	نعم	45	55	10 أيام	نعم
النموذج 2	نعم	45	6	نعم	45	50	5 أيام	نعم
النموذج 3	نعم	45	44	نعم	45	50	5 أيام	نعم

ملاحظات: اختبار الذروة: اختبار إحصائي يختبر ما إذا يوجد ذروة وصلت أو قد تصل إليها حالات الإصابات والوفيات. نسبة الخطأ في هذا الاختبار هي 1%. الملاحظة بنعم تدل على وجود ذروة، أما الملاحظة بلا فهي تدل على عدم وجودها. الذروة المشاهدة: هي المستوحاة من المعطيات.. النموذج الأول: يشير إلى النموذج الخطي. النموذج الثاني: يشير إلى النموذج شبه اللوغاريتمي. النموذج الثالث: يشير إلى نموذج بواسون.

#### 4.2. حالة الجزائر

جاء انتشار فيروس كورونا بتاريخ متأخر مقارنة بكثير من الدول وبالخصوص الصين. وبحسب المركز الأوروبي للوقاية من الأمراض و مكافحتها، فإن أولى حالة كورونا المسجلة في الجزائر كانت بتاريخ 26 فبراير 2020 وقد سجلت الجزائر رسميا حالتها الأولى، في حين أول حالة وفاة سجلت بتاريخ 13 مارس 2020. والملاحظ أن حالة الوفاة أتت بعد 12 إصابة، وهذا ما يعادل حوالي 8% من حالات الإصابات. وبقيت النسبة تتراوح بين 8% و 15% من مجموع الإصابات إلى غاية تاريخ 15 أبريل 2020. بالرغم من أن النسبة مقلقة إلا أنّها لا تعبر بالضرورة عن حقيقة الوضع، إذ يجب الأخذ بعين الاعتبار الكثير من العوامل منها مدى انتشار الاختبارات الطبية، القدرة على إحصاء جميع حالات الإصابات، التبليغ الطوعي للإصابات من قبل المواطنين والأوضاع الصحية للمصابين والمتوفين بالخصوص، فهي معطيات غير متوفرة ويجب أخذها بعين الاعتبار. أما من ناحية المقارنة بدول أخرى، فالجزائر بالنظر إلى نسبة الوفيات فهي من الدول ذات النسب العالية. فإلى غاية كتابة هذه الأسطر - باستخدام معطيات تعود إلى 15 أبريل 2020- فنسبة الوفيات في الجزائر تخطت نسبة 15% وهي في نفس المستوى مع فرنسا،

في حين أن نسبة الوفيات في إيطاليا والمملكة المتحدة لنفس الفترة تحطت نسبة 12% أما نسبة الوفيات في إسبانيا تحطت نسبة 10%. ولكن بالنظر إلى عدد الحالات فإن نسبة الإصابات في الجزائر لا يكاد يذكر أمام هذه الدول ما يطرح بشكل جدي وجود عوامل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار في حساب نسب الوفيات أو تفسيرها على الأقل. الجدول 2 أدناه يلخص بعض الاختلافات بين حالة الجزائر وحالات الدول الأخرى.

من الجدول والإحصائيات المسجلة بتاريخ 15 أبريل 2020 نرى أن عدد الإصابات في الجزائر لا يقارن بالدول التي عرفت انتشارا كبيرا للفيروس الكورونا. الفرق أن نسبة الوفيات يفوق كل الدول. في حين أن نسبة الوفيات في الصين والولايات المتحدة توقفت عند حوالي 4% من نسبة الإصابات. وكما سبق وذكرنا، فإن المقارنة بهذا الشكل مغلوطة. المقارنة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار البنى التحتية المتوفرة لمواجهة الفيروس، الدخل القومي، مساحة الانتشار تاريخ بداية الانتشار والمدة التي استمر فيها الانتشار وعوامل أخرى.

وللتدليل على هذه النقطة، قمنا بحساب نسب الإصابة والوفيات آخذين بعين الاعتبار عاملين. الأول يتركز على الأخذ بعين الاعتبار التعداد السكاني. وهذه منهجية معتمدة كإحصائية بديلة لمعرفة مدى انتشار الفيروس. وهنا نجد الفارق بين الجزائر وباقي الدول الأخرى يختلف عما سبق وأن أشرنا، أين تحتل الجزائر المرتبة الأخيرة في نسبة الإصابات للتعداد السكاني - وما قبل الأخيرة في الوفيات بالنسبة للتعداد السكاني. وبالتالي يمكن أن نستنتج باستخدام هذه الإحصائية بأن انتشار الفيروس في الجزائر ليس بالشكل الذي توحى إليه بعض الإحصائيات. ويبقى في الأخير التنويه أن كل هذه عبارة عن أرقام احتمالية ولا يمكن الاستدلال بها بشكل قطعي، وعلينا أن نتوخى الحذر عند استخدام مثل هذه الأرقام. والأهم من كله، فإن أخذنا بعين الاعتبار العامل الزمني

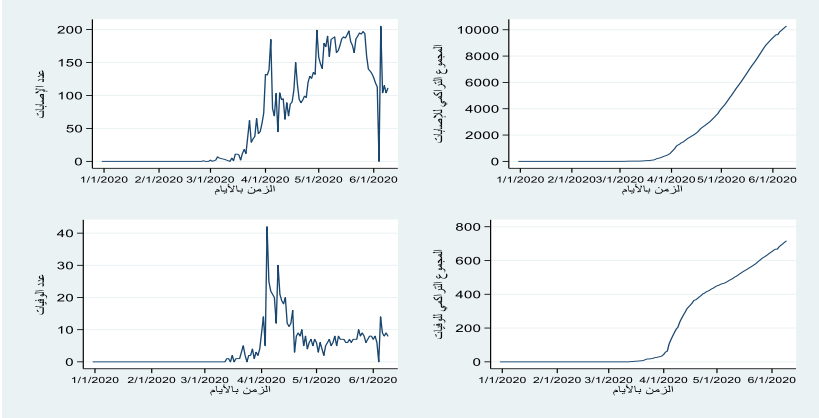
لانتشار الفيروس، فالنسب تتغير بشكل ملفت للانتباه. وعليه، فإن تحليل الظواهر مثل انتشار الكورونا تتغير بمرور الزمن و تختلف باختلاف الخصائص الذاتية لكل دولة. يوضح الشكل 7 يسارا، تطور عدد الإصابات والوفيات في الجزائر من تاريخ بداية الانتشار إلى تاريخ الدراسة وهو 9 جوان 2020. أي حوالي 100 يوم من بداية انتشار الوباء وهي مدة مقبولة لإجراء تحليل إحصائي بياني. ونجد أن العدد اليومي للإصابات بدأ في النمو بمعدل متباطئ ما يؤثر على توجه العدد الإجمالي إلى الذروة. أما العدد اليومي للوفيات في استقرار، والظاهر أن الوفيات تخطت الذروة. أما المنحنيين على يمين الشكل فيوضحان لنا أن المجموع التراكمي لعدد الإصابات والوفيات في الجزائر يتجهان نحو الذروة.

جدول رقم 2: الجزائر مقارنة ببعض الدول

الدولة	عدد الإصابات	عدد الوفيات	نسبة الوفيات (%)	الإصابات بالنسبة للعدد السكاني (%)	الوفيات بالنسبة للعدد السكاني (%)
<b>المقارنة بتاريخ 15 أبريل 2020</b>					
الجزائر	2070	326	15.75	0.0049	0.0008
الصين	83352	3346	4.01	0.0060	0.0002
فرنسا	103573	15729	15.19	0.1546	0.0235
ألمانيا	127584	3254	2.55	0.1538	0.0039
إيران	74877	4683	6.25	0.0915	0.0057
إيطاليا	162488	21069	12.97	0.2689	0.0349
إسبانيا	172541	18056	10.46	0.3693	0.0386
المملكة المتحدة	93873	12107	12.90	0.1412	0.0182
الولايات المتحدة	609516	26057	4.28	0.1863	0.0080
<b>المقارنة بتاريخ 8 جوان 2020</b>					
الجزائر	10154	707	6.96	0.024	0.002
الصين	84191	4638	5.51	0.006	0.0003
فرنسا	153977	29155	18.94	0.230	0.044
ألمانيا	184193	8674	4.71	0.222	0.010
إيران	171789	8281	4.82	0.210	0.010
إيطاليا	234998	33899	14.43	0.389	0.056
إسبانيا	241717	27136	11.23	0.517	0.058
المملكة المتحدة	286194	40542	14.17	0.430	0.061
الولايات المتحدة	1942363	110514	5.69	0.594	0.034



شكل بياني رقم 7: توزيع الإصابات والوفيات في الجزائر (يسار)، وتوزيع المجموع التراكمي لهما (يمين).



وبافتراض تاريخ 31 ديسمبر 2019 كتاريخ بداية انتشار الوباء عالميا، فإن عملية النمذجة تستند على نفس المنهجية السابقة. أما فيما يتعلق بنتائج نمذجة الذروة لانتشار الوباء في الجزائر فتتبع نفس خطوات نمذجة الذروة في الصين. الجدول التالي يلخص نتائج النمذجة الإحصائية:

جدول رقم 4: ملخص تقدير الذروة في الجزائر باستخدام ثلاث نماذج (النتائج متوفرة عند الطلب)

	حالات الإصابات				حالات الوفيات			
	اختبار الذروة	الذروة المقدرّة	مجال الذروة	اختبار الذروة	الذروة المقدرّة	مجال الذروة	اختبار الذروة	
النموذج 1	نعم	153	غير متوفرة	لا	91	مجال الذروة غير متوفرة	غير متوفرة	
النموذج 2	نعم	153	26 يوم	نعم	91	123	32 يوم	
النموذج 3	نعم	153	25 يوم	نعم	91	115	24 يوم	

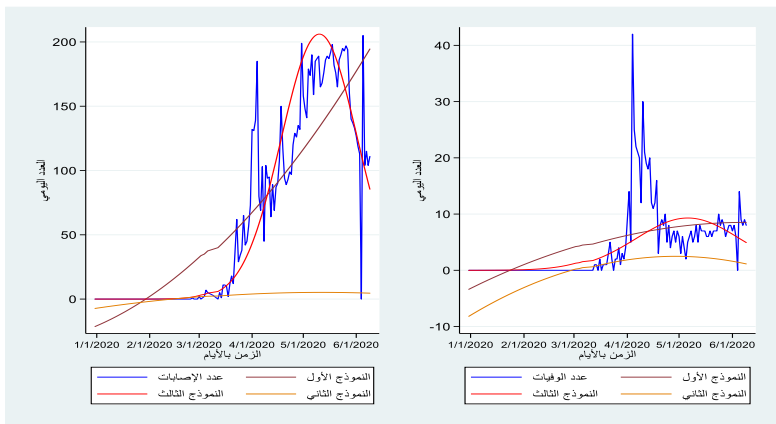
ملاحظات: اختبار الذروة: اختبار إحصائي يختبر ما إذا يوجد ذروة وصلت أوقد تصل إليها حالات الإصابات والوفيات. نسبة الخطأ في هذا الاختبار هي 1%. الملاحظة بنعم تدل على وجود ذروة، أما الملاحظة بلا فهي تدل على عدم وجودها. الذروة المشاهدة: هي المستوحاة من المعطيات.. النموذج الأول: يشير إلى النموذج الخطي. النموذج الثاني: يشير إلى النموذج شبه اللوغاريتمي. النموذج الثالث: يشير إلى نموذج بواسون.

من الناحية الإحصائية، النموذج الثالث هو الأقرب لخصائص المعطيات الجزائرية. وذلك بسبب عجز النموذجين الأول والثاني على محاكاة المعطيات الفعلية للإصابات والوفيات. كما يتفق هذا مع الدراسات المتأخرة<sup>12</sup>. الشكل البياني رقم 8 يوضح لنا هذه النقطة. الشكل يصور لنا العدد الفعلي للإصابات (يسار) مقارنة بالعدد المقدر باستخدام النماذج الثلاث. وتظهر لنا النتائج أن التمثيل البياني للإصابات المقدرة باستخدام نموذج بواسون يحاكي الشكل البياني للمعطيات الفعلية ويظهر لنا جليا وجود ذروة. وعلى العكس، فإن عدد الإصابات المقدر باستخدام النموذجين الخطي والشبه لوغارثمي يعطيان صورة مغايرة لما هو عليه توزيع الإصابات. ونفس النتيجة نلاحظها في حالة الوفيات (يمين).

جدول 5: ملخص تقدير الذروة في الجزائر باستخدام نموذج بواسون

حالات الوفيات			حالات الإصابات			النموذج الثالث
المجال من اليسار	الذروة المقدرة	المجال من اليمين	المجال من اليسار	الذروة المقدرة	المجال من اليمين	
21/05/2020	28/04/2020	16/04/2020	04/06/2020	11/05/2020	17/04/2020	

شكل بياني رقم 8: التقديرات والمشاهدات بحسب النماذج الثلاث - حالة الجزائ

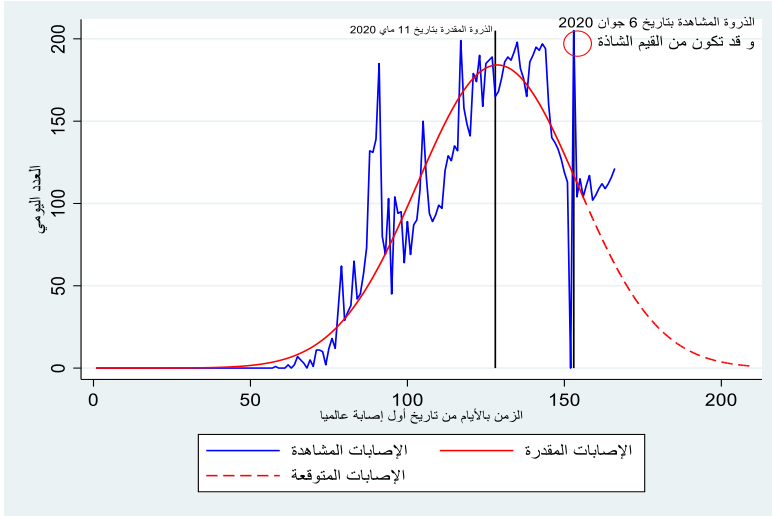


<sup>12</sup> Roda et al (2020), Kuniya (2020).

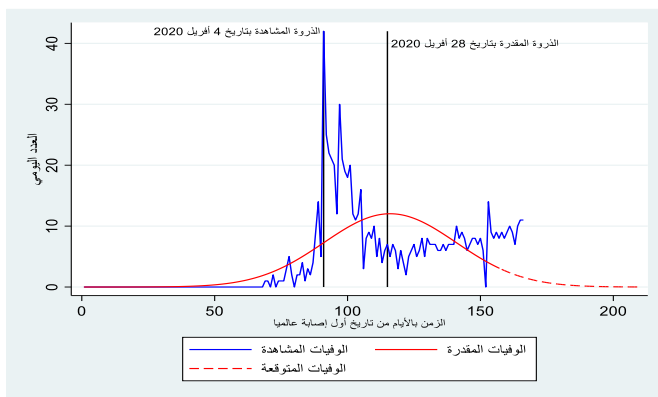
إضافة إلى ذلك، فإن عدد المشاهدات المهمة عند استخدام النموذج الثاني تراوحت بين 63 و72 بسبب وجود الكثير من المشاهدات الصفرية والوحودية، وهذا ما يضعف النموذج أكثر كونه يعتمد على عدد أصغر من المشاهدات الأمر الذي لا يساعد على تفسير الذروة. وعليه نركز على النتائج المحصلة باستخدام النموذج الثالث (بواسون). فإلى جانب كونه يحاكي المعطيات بشكل أفضل، فهو يسمح بالتطور الأسّي للإصابات والمعطيات مع أخذه بعين الاعتبار لوجود ذروة ونمو من ثلاث مراحل، مرحلة التطور والنمو المتسارع، فبلوغ الذروة، انتهاء بمرحلة الهبوط والركود الحاد. وبناء عليه، فإن أقرب النماذج تمثيلا لحالة الجزائر هو النموذج الثالث. ومنه يمكن استخلاص تواريخ الذروة كما يلي:

كما يمكن عرض النتائج بيانيا في المنحنيين شكل 9-أ وشكل 9-ب بالنسبة للذروة المقدرة لحالات الإصابة و الوفيات على التوالي:

شكل بياني رقم 9-أ: الذروة المقدرة و المشاهدة للإصابات في الجزائر



ولتذكير القارئ، إن هذه النتائج ليست حتى تقريبية، وإنما هي احتمالية ولا يجب أخذها على أنها يقينية أو حتى أنها دقيقة. فمع ظهور معطيات جديدة في الأيام القادمة، سيمكن لنا اختبار مدى حساسية القياسات لتوفر معطيات جديدة. ويجدر التنويه أن مجال ذروة الإصابات واسع التشتت ولكن من خلال مشاهدة المعطيات لحد الآن فالظاهر أن الإصابات والوفيات في مستويات أقل من تلك التي سجلت بتاريخ 6 جوان 2020 لليوم الثاني عشر على التوالي (إلى غاية كتابة هذه الأسطر). وعليه فإن الأيام القادمة ستؤكد لنا هذه النتيجة من عدمها.



شكل بياني رقم 9 - ب: الذروة المقدرة و المشاهدة للوفيات في الجزائر

### 3- اختبار العوامل المفسرة للإصابات والوفيات

#### 1.3. النموذج القياسي والعوامل المؤثرة

في هذا القسم الأخير سنحاول أن نختبر أهم العوامل المفسرة لحالات الإصابة والوفيات من الناحية الإحصائية. ولهذا الغرض نستخدم نموذجين إحصائيين، الأول يفترض الخطية و يشتمل على جميع الدول التي شهدت انتشارا للوباء، التي بلغ عددها 205 دولة. يمكن كتابة النموذج الاحصائي كما يلي:

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_j x_{i,j} + v_i \quad (2)$$

أين يمثل  $y_i$  المتغير التابع المراد تفسير تغيراته، وهو يأخذ شكلين: معدل الإصابات اليومي ومعدل الوفيات اليومي. الرمز  $I$  هو عبارة عن مؤشر لتعريف الدولة، وهو يعبر هنا أن كل دولة أو بلد مشاهد مرة واحدة. ما يعني أن شكل المعطيات في هذا النموذج هو عبارة عن سلسلة مقطعية، أي أنها لا تتبع التغير الزمني بل تتبع التغير المكاني من بلد لآخر. المتغيرات  $x_{i,j}$  هي العوامل المفسرة والتي تضم مجموعة من المؤشرات الاقتصادية، المؤشرات الاجتماعية والخدمات الصحية، مؤشرات ديموغرافية، ومؤشرات سياسية. واختيار هذه المؤشرات كان بدافع حصر مجموعة كاملة من العوامل التي باتحادها تكون لدينا تركيبة من العوامل التي قد تفسر آلية زيادة أو نقصان عدد الإصابات أو عدد الوفيات. والمؤشر  $J$  يُوْشر إلى المتغير وهو ترميز رياضي للتدليل على وجود متغيرات مختلفة وعوامل مختلفة عن بعضها البعض. وأخيرا المتغير  $v_i$  هو الخطأ العشوائي ونفترض أنه يتبع خصائص التوزيع الطبيعي.

المتغيرات - أو العوامل - المفسرة تشمل الأبعاد التالية التي تتمثل في البعد الاقتصادي<sup>13</sup>، البعد البيئي والتنمية المستدامة<sup>14</sup>، وبعد الصحة العامة والخدمات الصحية<sup>15</sup>، والبعد الديموغرافي<sup>16</sup>، والبعد السياسي<sup>17</sup>. وهذه الأبعاد ذات أهمية بالغة لتفسير عدد الإصابات أو الوفيات بسبب داء كورونا والتي حظيت بكثير من اهتمام الباحثين في الأزمة الحالية. الجدول السادس يقدم تفصيلا كاملا عن المؤشرات المستخدمة في كل بعد، والخصائص العامة ومصدر المؤشرات.

وتجدر الإشارة أن عملية النمذجة هي تقريبية وليست دقيقة. وهذا يعود لغياب المعطيات الدقيقة والتي تواكب تطور انتشار الفيروس بشكل يومي. وعليه، فإن تأويل

<sup>13</sup> Hilsenrath (2020), Murphy et al (2020).

<sup>14</sup> Yao et al (2020a), Yao et al (2020b).

<sup>15</sup> Gasmı et al (2020), Tikannen et al (2020), Xu et al (2020).

<sup>16</sup> Saif (2020), Xu et al (2020).

<sup>17</sup> Studdert and Hall (2020), Veuger and Shoag (2020).

النتائج يجب أن يصب في قياس أهمية العوامل الكلية والبنى التحتية لمواجهة خطر انتشار فيروس سي غير متوقع كالذي يحصل حالياً.

يستعرض الجدول رقم 6 المتغيرات المستخدمة في عملية النمذجة لتفسير التغيرات في عدد الإصابات والوفيات، ونستعرض في الجدول المتغير، مصدره، سنة توفر المشاهدات، وحدة القياس وأخيراً العلاقة النظرية المتوقعة بين المتغير وعدد الإصابات أو الوفيات.

**جدول رقم 6:** تفصيل المتغيرات والمؤشرات وتعريفها.

المتغير	السنة	العلاقة النظرية	المصدر
<b>المتغيرات التابعة</b>			
عدد الإصابات الكلي	9 جوان 2020	المتغير المراد تفسيره	المركز الأوربي للوقاية من الأمراض ومكافحتها
عدد الوفيات الكلي	9 جوان 2020	المتغير المراد تفسيره	المركز الأوربي للوقاية من الأمراض ومكافحتها
<b>البعد الاقتصادي</b>			
النمو الاقتصادي (%)	2018	الدول الأكثر نمواً، لها مقدرات وموارد اقتصادية للإنفاق على إجراءات الوقاية والعلاج والتعويض وبالخصوص لإقناع المواطنين بالالتزام بالحجر الصحي، وبالتالي كلما زاد النمو، قلت الإصابات والوفيات.	مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية UNCTAD
<b>البعد الديموغرافي</b>			
تعداد السكان (مليون نسمة، معبر عنها باللوغاريتم الطبيعي)	2018	نستخدم هذا المؤشر لقياس مدى انتشار الفيروس، الدول الأكثر تعداداً، تواجه احتمال أكبر لزيادة الإصابات أو الوفيات، خاصة إذا كانت لها موارد مالية أقل من غيرها. كما يعبر عن الكثافة السكانية و سهولة تطبيق إجراءات التباعد الاجتماعي. فكلما كانت الكثافة أكبر كلما كانت الإصابات أو الوفيات أكثر.	المركز الأوربي للوقاية من الأمراض ومكافحتها. المعطيات متوفرة حتى عام 2018.
نسبة إتمام الدراسات المرحلة الابتدائية (%)	2009-2017	نستخدم هذا المؤشر كمقياس بديل عن نسبة الأمية. يقيس معدل البقاء النظام التعليمي وكفاءته الداخلية. هذا المؤشر أيضا يقيس مستوى الوعي بين السكان. درجة الوعي بين السكان تساعد على تطبيق الإجراءات الوقائية والالتزام بتوجيهات المختصين.	البنك الدولي. المعطيات متوفرة حتى 2017.
صافي الهجرة (الفرق بين عدد المغادرين و الوافدين)	2017	العلاقة النظرية تفترض أن النسب العالية ينتج عنها انخفاض مخاطر الإصابة والوفيات. كما يحتمل أن النسب العالية للتندرس، ينتج عنها الانتشار الواسع للفيروس.	البنك الدولي. المعطيات متوفرة حتى 2017.
		هذا مؤشر عن الحركة من وإلى البلد. والهدف هو اختبار ما مدى تأثير حركة المسافرين الدولية على عدد الإصابات أو الوفيات. وعليه، فهذا المؤشر أيضا يعتبر نجاعة الإجراء الوقائي المتمثل بعلق المطارات وتعليق السفر بين الدول. نتوقع أن الدول التي لديها	

صافي الهجرة سالباً كانت مخاطر الإصابة أو الوفيات أقل.		
<b>بعد الصحة و الخدمات الصحية</b>		
البنك الدولي. المعطيات متوفرة حتى 2017.	مؤشر تخويلية الخدمات الصحية الأساسية. وهذا يقيس مدى الاهتمام بتوفير خدمات الصحة العمومية ومن غير الوقوع في ضائقة مالية. العلاقة النظرية تفترض وجود علاقة عكسية بين توفر الخدمات الصحية وبين الإصابات والوفيات.	2017
البنك الدولي. المعطيات متوفرة حتى 2016.	نستخدم هذا المؤشر لقياس مدى أهمية الصحة الفردية لتجنب الإصابات والوفيات. الأبحاث الأخيرة أكدت على وجود علاقة بين مخاطر الإصابة أو الوفاة بسبب الفيروس و التدخين. إذن العلاقة النظرية هي كلما زادت نسبة التدخين، كلما زادت مخاطر الإصابة والوفيات.	2016
<b>العهد التنموي والتنمية المستدامة</b>		
البنك الدولي. المعطيات متوفرة حتى 2017.	النسبة المئوية للأشخاص الذين يستخدمون مرافق الصرف الصحي الأساسية. الصرف الصحي أمر أساسي للتنمية البشرية. تستخدم العديد من المنظمات الدولية مرافق الصرف الصحي الصحية كإجراء للتقدم في مكافحة الفقر والمرض والوفاة. وعليه فإن توافر مرافق الصرف الصحي هو مؤشر على الحماية من الفيروسات والأوبئة. كلما زاد توفرها للسكان، كلما قلت مخاطر الإصابة أو الوفاة من الأوبئة.	2014-2017
مركز تحليل معلومات ثاني أكسيد الكربون(CDIAC).	نستخدم هذا المؤشر لقياس التلوث الذي يتسبب في مجموعة من الآثار الصحية، بما في ذلك أمراض الجهاز التنفسي وسرطان الرئة وأمراض القلب. وعليه فإن وجود مستويات عالية من التلوث في الهواء قد يساهم في مخاطر الإصابة أو زيادة الوفيات.	2017
<b>العهد السياسي والحريات</b>		
فريدوم هاوس وني-دام.	نستخدم هذا المؤشر لاختبار مدى تأثير الحريات الفردية على تطبيق الإجراءات الوقائية. يجدر بالإشارة أن المؤسسات التي تصدر مؤشر الديمقراطية تخلط بين الحريات والديموقراطية كنظام سياسي، وعليه فإننا نستخدم هذا المؤشر كمعيار لقياس الحريات وليس مدى ديموقراطية أنظمة الحكم. العلاقة النظرية أنه كلما طغت الحريات الفردية كلما تعقد تطبيق الإجراءات الوقائية كالحجر وما شابه. ما يزيد عدد الإصابات.	2018-2019

تعتمد المنهجية الإحصائية التي تتبعها في النمذجة على الخطوات التالية: الأولى، نقوم ببناء نموذج أساسي يختبر علاقة العوامل الكلية الأساسية بمتوسط انتشار الوباء. وكبداية نستخدم نموذج العامل الواحد والذي يركز على دور النمو الاقتصادي في محاربة الأوبئة.

والسبب الأساسي لاختيار هذا الشكل البسيط هو الدور الذي يؤديه الاقتصاد في توفير الموارد الأساسية لتنمية الصحة العامة والبنى التحتية اللازمة لتجنب تفشي الأوبئة.

الخطوة الثانية، نقترح فيها نموجا معمقا أوليا، والذي يضم مؤشرات أساسية تمثل جميع الأبعاد الخمسة الأنف ذكرها. وهذا كي نختبر مجموعة كلية متكاملة للعوامل الضرورية، والتي تشكل الأبعاد المهمة في محاربة تفشي الأوبئة.

الخطوة الأخيرة تتمثل في اقتراح نموذج معمق ثان، والهدف منه اختبار ما إذا كانت العوامل المتعلقة بالبنى التحتية للإجراءات الوقائية والعوامل الصحية الديموغرافية المهمة الأخرى لها أثر على انتشار الفيروس. من هذه العوامل نخص بالذكر التدخين، مؤشر التمدرس، حركة الهجرة بين الدول، وتوافر مرافق الصرف الصحي.

أما فيما يخص النمذجة الإحصائية، متوفر لدينا الكثير من الخيارات، نستخدم منها الأقرب للدقة إذ يتناسب كثيرا مع الخصائص القياسية للإصابات والوفيات لأنهما عبارة عن متغيرين من متغيرات العد. وهذا الخيار يسمح بالنمو الأسّي ويأخذ الشكل التالي:

$$E(y_i/x_{i,j}) = e^{\alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_j x_{i,j} + v_i} \quad (3)$$

أين يمثل  $E(y_i/x_{i,j})$  عدد الإصابات أو الوفيات المتوقعة الشرطية. نقوم بتقدير نموذج بواسون باستخدام طريقة المعقولية العظمى<sup>18</sup> والتي تتناسب والطبيعة الرقمية وغير الخطية للنموذج. ويجب التنويه بأن المعطيات ذات تكرار سنوي (أي أنها سنوية) في حين أن المجموع الإجمالي للإصابات والوفيات تغطي فترة أربعة أشهر والظاهرة لا تزال في تغير. وبالتالي الافتراض الضمني للعلاقة بين العوامل المؤثرة والظاهرة المراد تفسيرها أنها سنوية. وبالتالي فإن التقديرات التي نستعرض تؤول على أنها نتائج سنوية وليست يومية. وهذه إحدى نقاط ضعف هذه الدراسة.

<sup>18</sup> Maximum Likelihood (ML)



## 2.3. الوصف الاحصائي لمؤشرات الجزائر

نستعرض المؤشرات الخاصة بالجزائر مقارنة بالمعدل العالمي في الجدول 7 أسفله. الجدول يستعرض المعدلات العالمية لأهم المؤشرات الكلية إلى جانب نظيراتها الخاصة بالجزائر. والهدف هو مقارنة موقع الجزائر من المعدلات العالمية لكل مؤشر وبالتالي تسليط الضوء على مدى إستعدادية الجزائر على كل مستوى. ومن الإحصائيات، فإن الجزائر تحتل موقعا أفضل في مجموعة من المؤشرات في حين أنها تواجه أداء تحت المتوسط في بقية المؤشرات. من الجهة الإيجابية، فإن الأرقام المسجلة لعدد الإصابات والوفيات بسبب انتشار فيروس كورونا (إضافة إلى المعدلات اليومية) مطمئنة إلى حد كبير وأقل بكثير من المعدلات العالمية. إضافة إلى ذلك، مؤشرات نظافة المحيط، توفر مرافق النظافة الشخصية والتدخين مشجعة رغم أنه يجب العمل أكثر على تحسينها. وبالعكس، فإن الإنفاق الحكومي على الخدمات الصحية للفرد الواحد والنمو السنوي للدخل أقل من المعدلات العالمية. وهذه مؤشرات مهمة جدا لتحسين البنى التحتية والجاهزية لمواجهة انتشار الأوبئة.

## جدول رقم 7: إحصائيات المؤشرات الأساسية

المؤشر	المتوسط العالمي	الجزائر	حجم العينة
مجموع الإصابات	24457 إصابة	10265 إصابة	205
معدل الإصابات	219 إصابة يوميا	65 إصابة يوميا	205
مجموع الوفيات	1986 حالة	715 حالة وفاة	205
معدل الوفيات	12 حالة يوميا	4 حالات يوميا	205
النمو الاقتصادي	2.98 بالمائة سنويا	1.4 بالمائة سنويا	187
النمو السكاني	1.88 بالمائة سنويا	1.93 بالمائة سنويا	196
صافي الهجرة	-506 فرد سنويا	-50002 فرد سنويا	179
نسبة إتمام التعليم الابتدائي	84.92 بالمائة من مجموع الفوج من كل سنة	96.27 بالمائة من مجموع الفوج من كل سنة	155
الإنفاق الحكومي على الصحة	987.02 دولار للفرد سنويا	675.62 دولار للفرد الواحد سنويا	173
التلوث	47728.92 طن متري من الكربون سنويا	39651 طن متري من الكربون سنويا	194
نسبة التدخين	21.47357 بالمائة من تعداد السكان البالغين أعمارهم	15.6 بالمائة من تعداد السكان البالغين أعمارهم	140
	15 سنة فما فوق	15 سنة فما فوق	
نسبة توفر مرافق غسل اليدين والمطهرات الأساسية	88.49006 بالمائة من تعداد السكان	93.56 بالمائة من تعداد السكان	195
نسبة توفر مرافق الصرف الصحي الأساسية	77.92788 بالمائة من تعداد السكان	87.59 بالمائة من تعداد السكان	201
مؤشر الخيرات الفردية	0.59 للتنويه به مجال المؤشر بين الصفر والواحد أين يمثل الصفر انعدام الخيرات والواحد يمثل الخيرات المطلقة.	0.31	202

جدول رقم 8: نتائج النمذجة

المعيار التابع	النموذج العميق الأول		النموذج العميق الثاني		نموذج العامل الواحد	
	عدد الإصابات	عدد الوفيات	عدد الإصابات	عدد الوفيات	عدد الإصابات	عدد الوفيات
النمو الاقتصادي	-1696.03	-145.62*	-280.82	-16.1014	284.44	-100.47
النمو السكاني	1417.88	56.38122	1417.88	56.38122	59.63	161.34
التغطية الصحية	-64.72	1.825038	-64.72	1.825038	209.73	0.84
نسبة التلوث	6061.23***	205.34***	6061.23***	205.34***	12000.62***	286.12*
مؤشر الحريات	13975.22**	911.26***	13975.22**	911.26***	-3180.53	1368.79*
مؤشر الحركة الدولية	0.0001	0.01	0.0001	0.01	0.01	0.0001
نسبة التمدد الاجلالية	55.86***	642.36***	55.86***	642.36***	642.36***	55.86***
نسبة انتشار التدخين	-11.73	-288.08	-11.73	-288.08	-288.08	-11.73
توفر مرافق الصرف الصحي	-6.34	-134.06	-6.34	-134.06	-134.06	-6.34
حجم العينة	190	190	173	173	66	66
معنوية النموذج العامة	2.29	4.76**	179.01***	779.89***	112.47***	70.49***
معامل التحديد	0.01	0.01	0.78	0.79	0.66	0.67
القيم المقدرة	39682	2341	27958	805	78033	3130

ملاحظات: (\*)، (\*\*)، (\*\*\*) تشير إلى معنوية المعلمة باحتمال 10%، 5%، و 1% على التوالي. وجودها تدل على المعنوية. كل النماذج تحوي الثابت. القيم المقدرة: تشير إلى عدد الإصابات والوفيات/المقدرة الخاصة بالجزائر.

#### 4- النتائج و مناقشتها

بناء على النتائج الإحصائية، فإن الدراسة تستخلص ما يلي:

أولاً، فيما يخص تقدير الذروة، فإن عدد الاصابات والوفيات في الجزائر قد يكون بلغ الذروة بدءاً من تاريخي 11ماي و 28 أفريل على التوالي. أي بعد حوالي 72 و 59 يوماً - على التوالي - من تسجيل أول حالة في الجزائر. وبالمقارنة مع الصين، فإن وصول الذروة في الجزائر تأخر بحوالي 30 يوماً ولكن بشدة أقل بكثير مما عرفته الصين. والملفت للإنتباه أن عدد الوفيات كان مسيطر عليه والذروة المقدرة تحققت قبل وصول الإصابات إلى الذروة. وهذا قد يكون مؤشراً إيجابياً، كما يمكن أن يكون مؤشراً على المزيد من الجهد الذي يجب بذله لتفادي وقوع ضحايا أكثر.

ولكن وبالرغم من بلوغ الذروة إلا أنه يجب الالتزام بجميع الاجراءات الوقائية للقضاء على انتشار الوباء المتسارع والمستجد كليا. وإلا فإن العودة إلى الانتشار الواسع للفيروس أمر لا مفر منه. إضافة إلى ذلك، فالتناجح تقديرية واحتمالية وغير قطعية. وعليه، يجب توخي الحذر عند تفسير هذه النتائج.

ثانيا، من نستخلص من النتائج المتعلقة بالعوامل المؤثرة في عدد الإصابات والوفيات الملخصة في جدول رقم 8، ما يلي:

بحسب النموذج الأول، نقدر وجود علاقة عكسية بين النمو الاقتصادي وعدد الإصابات والوفيات على التوالي. أي أنه كلما زاد النمو بواحد بالمئة، كلما انخفضت الإصابات بحوالي 1696 والوفيات بحوالي 145 حالة في السنة بحسب نموذج بواسون. التقديرات من الناحية الإحصائية معنوية باحتمال الخطأ 10 بالمئة بالنسبة للوفيات وغير معنوية بالنسبة للإصابات. ولكن هذه نتائج احتمالية ولا تعبر بالضرورة عن واقع العلاقة. والذي يهمننا هنا أكثر هو اتجاه العلاقة، وهي عكسية كما ينتظر منها من الناحية النظرية. إضافة إلى ذلك، فإن النمو لا يفسر سوى 1 بالمئة من مجموع الإصابات والوفيات على التوالي ما يستلزم الأخذ بعين الاعتبار العوامل الأخرى.

النموذج الثاني أعم من النموذج الأول من ناحية أنه يجوي أكثر من عامل. وكل عامل يمثل بعدا من الأبعاد الخمسة التي ذكرناها آنفا. بحسب التقديرات فإن النمو الاقتصادي يؤثر على عدد الإصابات والوفيات بشكل عكسي. أي أن زيادة النمو ب 1 بالمئة ينتج عنه انخفاض في مجموع الإصابات بحوالي 280 إصابة وانخفاض في عدد الوفيات مقدر بحوالي 16 حالة في السنة لكل واحد بالمئة من الزيادة في النمو الاقتصادي. وهذا انخفاض حاد مقارنة بنموذج العامل الواحد. وهذا قد يعني أن نموذج العامل الواحد متحيز بسبب قلة العوامل كما سبق وأن ذكرنا. إلى جانب ذلك، وبحسب هذا النموذج، فإن الأثر المقدر للنمو غير معنوي. ولكن لا يعني هذا أن نهمل هذا الأثر لأن انعدام المعنوية قد يكون سببه

تقني مثل قلة المشاهدات وكثرة العوامل المجهولة وبالتالي نلجأ إلى استخدام المعنوية العامة لكل العوامل للتأكد معنوية النموذج، وهو حال هذا النموذج.

أما بقية العوامل، فإننا نقدر أن التلوث، النمو السكاني والحريات الفردية تساهم في زيادة عدد الإصابات والوفيات معا. وهي نتائج متوقعة، إذ يمثل النمو السكاني الكثافة السكانية، والتي قد تمكن الفيروس من الانتشار أكثر ما اضطر الكثير من الدول بتطبيق إجراء الحجر والتباعد الاجتماعي. وفي هذا الشأن، فإن ارتفاع النمو السكاني بواحد بالمئة ينتج عنه زيادة الإصابات بحوالي 14 إصابة والوفيات بحوالي 5 حالات في السنة. وكلا المقدرتين غير معنوية من الناحية الإحصائية. أما التلوث، فهو يؤثر على مناعة الفرد ويتسبب بالخصوص بأمراض التنفس وهو ما يساعد على انتشار الفيروس. التأثير المقدر للتلوث يقترح أن كل زيادة للتلوث بواحد بالمئة، يرتفع عدد الإصابات والوفيات بحوالي 60 و20 حالة في السنة على التوالي وهذين التقديرين معنويين من الناحية الإحصائية. وفي نفس السياق، فإن ارتفاع مؤشر الحريات يرفع من حالات الإصابات والوفيات السنوية والذي قد يفسره عدم الالتزام بقرارات الحجر والعزل وغيرها من القرارات الحكومية للسيطرة على انتشار الوباء. وبحسب التقديرات التي وصلنا إليها فإن زيادة الحريات بمعامل 0.1 فإن الإصابات والوفيات السنوية ترتفع ب 1397 و 91 حالة على التوالي. والمقدرتين معنويتين.

أما فيما يخص الضمان الصحي، فالعلاقة المقدره في حالة الوفاة مبهمه، إذ تقترح أنه كلما كان الضمان الصحي أكثر انتشارا كلما كانت الوفيات المتوقعة أكثر بحوالي حالة سنويا، غير أنها معنوية من الناحية الإحصائية. قد تعني أن توفر الخدمات الصحية بشكل واسع يؤثر على صرامة الالتزام بالإجراءات الوقائية أو أنها تعبر عن المناطق التي يكثر فيها الاحتكاك بين الأفراد كالمستشفيات أو مراكز الرعاية الطبية. ولكن الملاحظ أن الدول التي شهدت انتشارا كبيرا للفيروس لها معدلات تغطية عالية. فالتغطية الصحية للصين، والولايات المتحدة وباقي دول الانتشار الواسع للفيروس تتراوح بين 78 بالمئة إلى 87 بالمائة.

وبالرغم من عدم معنوية التأثير إحصائيا، إلى أن زيادة التغطية الصحية بواحد من المائة، تؤدي إلى انخفاض الإصابات بحوالي 64 حالة سنويا. وبشكل عام، فإن الأبعاد الخمسة تفسر حوالي 78 بالمئة من مجموع الإصابات وحوالي 79 بالمئة من مجموع الوفيات.

إضافة إلى العوامل التي ذكرتها، يضم النموذج المعقد الثاني أربع متغيرات أخرى وهي مؤشرة حركة الهجرة الدولية، نسبة التمدرس، نسبة التدخين في المجتمع، ونسبة توفر مرافق الصرف الصحي. من النموذجين، فإن اتجاه العلاقة مبهم لكثير من المتغيرات ما يعكس المشاكل الإحصائية التي يعاني منها النموذج وبالخصوص صغر حجم العينة التي فقدت حوالي 139 مشاهدة- أي دولة - بسبب إنعدام توفر إحصائيات للمتغيرات المضافة.

وبالتالي النموذج لا يمكن الاعتماد عليه. ولكن تجدر الإشارة إلى أن نسب التمدرس ونسب استخدام المرافق الصحية لها أثر عكسي على الإصابات والوفيات بالرغم من عدم معنوية الأثر. وعليه لا بد من توخي الحذر في استخدام مثل هذه النماذج، فهي إحصائية واحتمالية أكثر من كونها تعبير عن الواقع. والهدف هو بناء نظرة ولو شبه تقريبية عن أهم العوامل المفسرة لظاهرة انتشار الفيروس من الناحية الكلية حتى تساعد أصحاب القرار على فهم كيفية التعامل مع مثل هذه الظواهر على المدى البعيد.

#### خاتمة

تهدف هذه الدراسة أساسا هو طرح بعض إشكالات منهجية النمذجة الإحصائية لفيروس كورونا. الهدف الأول ليس نمذجة الظاهرة وإنما اختبار مدى دقة المنهجية الإحصائية لفهم انتشار الوباء. و بالرغم من كون الإحصاء وتحليل المعطيات أساسيا لاتخاذ القرار وفهم الكثير من الظواهر، إلا أنه سلاح ذو حدين؛ فكما يمكن أن يجيب عن أسئلة، فقد ينتج عنه نتائج مغلوطة. وهذا ما حاولنا في المقال إظهاره. وعليه، فإن قراءة الأرقام الإحصائية يجب أن تكون بشكل حذر وأخذها مأخذ الاحتمال.

وبطبيعة الحال، هذا ليس حلا مرضيا. ولذلك فإن أهم أسلوب يجب إتباعه للتأكد من سلامة النماذج هو الاختبار، فالاختبار ومن ثم الاختبار. أي فحص النتائج بأشكال مختلفة ومقبولة منهجيا للتأكد من قوة النتائج ومثانتها. أي لا يجب افتراض شكل واحد من الأشكال الرياضية، أو الاكتفاء بمجموعة محدودة من الفرضيات، بل على الباحث اختبار جميع الإمكانات المتاحة. فعلى سبيل المثال، لا الحصر، استخدام مجموعة متعددة من النماذج للتحقق من متانة النتائج ومقبوليتها. وهناك خيارات أخرى قد تصلح وقصرت هذه الدراسة عن حصرها.

من الناحية التطبيقية، فالدراسة حاولت تقدير الذروة في الجزائر باستخدام الصين كحالة مرجعية. وبناء على النماذج المستخدمة، فإن عملية السيطرة على انتشار الوباء قد تكون تخطت المرحلة الحرجة في الجزائر بافتراض غياب موجة ثانية، وبالخصوص إذا تم الالتزام بالإجراءات الوقائية وإجراءات السيطرة على تفشي هذا الفيروس.

أما الشق الثاني من الدراسة فيركز على العوامل الكلية التي تفسر مجموع الإصابات والوفيات. وبحسب توقعات النماذج المستخدمة، فإن النمو الاقتصادي عامل مهم لمحاربة الأوبئة إذ يظهر لنا من كل النماذج المقبولة إحصائيا لحد ما، أن النمو الاقتصادي كفيل بتقليل الإصابات والوفيات. ولكن هذا بشرط استخدام الموارد الاقتصادية بشكل فعال لتنمية البنى التحتية اللازمة لمحاربة تفشي الوباء وبالخصوص في المستقبل.

وبطبيعة الحال، فهذه الدراسة لا تخلو من نقائص. ومن أهم النقائص تتعلق بتوفر المعطيات، وخاصة المتعلقة بالعوامل المؤثرة لتفشي الفيروس. إضافة إلى ذلك، فإن الدراسة كلية، ولا يمكن الإعتماد عليها للتحليل الجزئي للظاهرة وبالخصوص محاولة فهم انتشار الوباء على المستوى الجغرافي للجزائر. وهذا مايمكن تسليط الضوء عليه في دراسة مستقلة. وأخيرا، فالدراسة يمكن تطويرها لأخذ بعين الإعتبار أثر تطبيق إجراءات الحجر الصحي، بالخصوص الإجراءات التي تختلف من جهة إلى أخرى وأثرها في تفشي البلاء.

المراجع

- Berlin I., & al., (2020).** COVID-19 and smoking. *Nicotine & Tobacco Research*, forthcoming. Doi: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntaa059>.
- Brauer F., and Castillo-Chavez C., (2010).** *Mathematical models in population biology and epidemiology*, 2<sup>nd</sup> edn. New York: Springer.
- Christian C., and Christian F., (2020).** COVID-19 in Canada: Predictions for the future and control lessons from Asia. *MEDRXIV*, forthcoming. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.21.20040667>
- Dezecache G., Frith C. D., and Deroy O., (2020).** Pandemics and the great evolutionary mismatch. *Current Biology*, 30 (10), pp: R417-R419.
- Elmousalami H. H., and Hassanien A. E. (2020).** Day level forecasting for coronavirus disease (COVID-19) spread: Analysis, modelling and recommendations. Arxiv [Online] [arXiv:2003.07778](https://arxiv.org/abs/2003.07778) [29/06/2020]
- Gasmi A., et al., (2020).** Individual risk management strategy and potential therapeutic options for the COVID-19 pandemic. *Clinical Immunology*, forthcoming. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2020.108409>
- Hilsenrath, P. E. (2020). Ethics and economic growth in the age of COVID-19: What is a just society to do? *The Journal of Rural Health*, forthcoming. Doi: <https://doi.org/10.1111/jrh.12434>.
- Jian T., & al., (2020).** Flavonoids isolated from loquat (*Eriobotrya japonica*) leaves inhibit oxidative stress and inflammation induced by cigarette smoke in COPD mice: the role of TRPV1 signaling pathways. *Food Funct*, forthcoming. Doi: 10.1039/c9fo02921d
- Kuniya T., (2020).** Prediction of the epidemic peak of coronavirus disease in Japan, 2020. *Journal of Clinical Medicine*, 9 (789), pp: 1-7.
- Levy M. R., and Tassof J., (2017).** Exponential-growth bias and overconfidence. *Journal of Economic Psychology*, 58, pp: 1-14.
- Murphy A. A., (2020).** Economic sanctions and Iran's capacity to respond to COVID-19. *Lancet Public Health*. [Online] [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(20\)30083-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(20)30083-9/fulltext) [12/04/2020]

**Petropoulos F., and Makridakis S., (2020).** Forecasting the novel coronavirus COVID-19. *PLOS ONE* 15(3): e0231236. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231236>.

**Roda W. C., & al. (2020).** Why is it difficult to accurately predict the COVID-19 epidemic? *Infectious Disease Modelling*, 5, pp: 271-281.

Saif F., (2020). Signature of state measures on the COVID-19 pandemic in China, Italy and USA. *MEDRXIV*, forthcoming. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.08.20057489>.

**Studdert D. M., and Hall M. A., (2020).** Disease Control, Civil Liberties, and Mass Testing - Calibrating Restrictions during the Covid-19 Pandemic. *The New England Journal of Medicine*, forthcoming. Doi: 10.1056/NEJMp2007637

**Tikkanen R., Aboulaflia G. N., and Williams II R., D. (2020).** *How the U.S. Compares to Other Countries in Responding to COVID-19: Populations at Risk, Health System Capacity, and Affordability of Care.* To The Point. [Online]

<https://www.commonwealthfund.org/blog/2020/how-us-compares-other-countries-responding-covid-19-populations-risk-health-system> [12/04/2020]

**Veuger S., and Shoag D., (2020).** Time to prepare for voting by mail. *MERCATUS*

CENTER. [Online] <https://www.mercatus.org/publications/covid-19-policy-brief-series/time-prepare-voting-mail> [13/04/2020]

**Xu K., and al., (2020).** Factors associated with prolonged viral RNA shedding in patients with COVID-19. *Clinical Infectious Diseases*, forthcoming. Doi: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa351>.

**Wolf S. M., et al., (2020).** Awareness, Attitudes, and Actions Related to COVID-19 Among Adults With Chronic Conditions at the Onset of the U.S. Outbreak: A Cross-sectional Survey. *Annals of Internal Medicine*, forthcoming. doi: <https://doi.org/10.7326/M20-1239>

**Xinhua. (2020).** *China focus: China says its COVID-19 peak is over.* [Online] [http://www.xinhuanet.com/english/2020-03/13/c\\_138871417.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2020-03/13/c_138871417.htm) [20/06/2020]



- Yao, Y., et al., (2020a).** Temporal Association Between Particulate Matter Pollution and Case Fatality Rate of COVID-19 in Wuhan, China. *MEDRXIV, forthcoming*. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.09.20049924>
- Yao, Y., et al., (2020b).** Spatial correlation of Particulate Matter pollution and death rate of COVID-19. *MEDRXIV, forthcoming*. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.07.20052142>.