مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية ISSN: 2335-1039
المجلد:09 العدد: 04 السنة 2020 ص 16 - 45

تاريخ الإرسال: 2020/05/16 تاريخ القبول: 2020/06/22

تحليل الشبكات الاجتماعية وتطبيقاته في الضبط الإداري لمرض فيروس كوفيد -19

Social network analysis and its applications in the administrative control of COVID-19

د. بلخير محمد آيت عودية Dr. Belkheir Mohamed AIT AOUDIA

جامعة غرداية (الجزائر) University of Ghardaia (Algeria)

ait_aoudia.belkhir@univ-ghardaia.dz

الملخص

مواجهة الأوبئة لا تقتصر على المجهود الطبي فحسب، بل تستنهض أيضا جهود سلطات الضبط الإداري في إطار بروتوكولات الوقاية. وانطلاقا من أن الأمراض المعدية تحتاج غالبا لعامل مساعد للانتشار يتمثل في عنصر "الاتصال البشري" الذي يتم ضمن شبكات اجتماعية، فإنه يقع على سلطات الضبط الإداري أن توظف ممكنات علم تحليل الشبكات الاجتماعية في ترشيد تدابيرها. تسعى هذه الدراسة لمعالجة الإشكالية المتعلقة بالقيمة المضافة التي يمكن أن يقدمها علم تحليل الشبكات الاجتماعية لسلطات الضبط الإداري للوقاية من مرض فيروس كورونا-19 ومكافحة تفشيه، باعتباره أحد أكثر الأوبئة انتشار واستنزافا لجهود الوقاية. خلصنا إلى أن علم تحليل الشبكات الاجتماعية يختزل أهمية مؤكدة في إجراءات مكافحة مرض فيروس كورونا-19 والتي ظهرت في عدة تطبيقات سواء في تحديد مستوى التدخل الضبطي أو في المساعدة على اتخاذ التدابير الوقائية الأنسب. مع تسجيل جملة من الشروط التي يجب الاستجابة لها من أجل نتائج مثلى لتلك التطبيقات.

المؤلف المرسل: بلخير محمد آيت عودية، الإيميل: aitaoudia9@gmail.com

الكلمات المفتاحية: ضبط إداري، تحليل الشبكات الاجتماعية، مرض فيروس كورونا-19.

Abstract

Facing epidemics is not only limited to the medical effort, but also requires considerable efforts by the "police power" in a frame of the prevention protocols. Since infectious diseases often spread through "human contact" that takes place within social networks, it is incumbent on the "police power" to employ the capabilities of the social network analysis (SNA) in rationalizing their measures. This study seeks to address the problem of the added value of the SNA for the "police power" in order to prevent and combat the COVID-19, as one of the most widespread epidemics and attrition of prevention measures. we concluded that SNA includes a proven importance in the public system response to COVID-19 that appeared in several applications, both in determining the level of control intervention or in helping to take appropriate preventive measures. At the end we have outlined a set of conditions that must be met in order to optimize results for these applications.

Keywords : Police power, Social network analysis, COVID-19.

1. مقدمة

هجمات الجمرة الخبيثة في خريف سنة 2001، انتشار وباء السارز سنة 2003، ظهور فيروس أنفلونزا الطيور سنة 2006، تفشي أنفلونزا الخنازير سنة 2009، ظهور وباء الإيبولا بين سنتي 2014 و2015، وتفشي مرض فيروس زيكا سنة 2016؛ كرونولوجيا تكشف عن دخول العالم بداية من القرن الحادي والعشرين في مرحلة فارقة تحتل فيها مسألة الصحة العالمية مكانة الصدارة في أولويات الأمن القومي للدول[1].

مواجهة الأوبئة لا تقتصر على المجهود الطبي فحسب، بل تستنهض كذلك جهود سلطات الضبط الإداري لاتخاذ التدابير الكفيلة للوقاية من العدوى والحد من تفشيها.

وبالرغم من أن الدراسات حول دور الإدارة في ضبط تفشي الأوبئة ليس معتركا جديدا للباحثين، حيث تعود في الجزائر لسنة 1836 بصدور الرسالة المحكمة الشهيرة: "اتحاف المنصفين والأدباء بمباحث الاحتراز من الوباء" لمؤلفها حمدان بن عثمان خواجة الجزائري[2]، إلا أن تسارع ظهور الأوبئة وسرعة انتشارها مدعومة بتطور وسائل السفر واحتمالات الاستخدام العسكري لها، تجعل من التحضير الوقائي وتطوير وسائل الضبط الإداري الصحي أمرا مصيريا وملحا.

في 31 ديسمبر من سنة 2019 أبلغت الصين منظمة الصحة العالمية حول حالات التهاب رئوي ذات مسببات غير معروفة، لتعلن سلطة الأبحاث الصينية بعد أسبوع عن عزل فيروس جديد في سوق المأكولات البحرية في مدينة Wuhan أطلق عليه مسمى "فيروس كورونا المستجد" (2019-nCoV). عرف هذا الفيروس بعد ذلك تفشي مفاجئ وأدى لوفيات في العديد من الدول، مما دفع منظمة الصحة العالمية لإعلان "حالة الطوارئ الصحية ذات البعد الدولي" بتاريخ 30 جانفي 2020، وعمدت لتغير تسمية الوباء في وقت لاحق إلى COVID-19[3] (CO=Corona, VI=Virus, D= Disease) بما يمكن ترجمته باللغة العربية: "مرض فيروس كورونا-19".

تاريخيا، حاول العلماء توقع مسارات الأمراض المعدية من خلال التركيز على خصائص المرض ذاته كمستوى العدوى أو درجة الفتك، لكن الأمراض المعدية تحتاج غالبا لعامل مساعد للانتشار يتمثل في عنصر "الاتصال البشري". في العقد الماضي بدأ الباحثون في دمج علم الشبكات الاجتماعية في نماذجهم لتحليل أنماط السلوك الفردي التي تساهم في تضخم أو الحد من انتشار الأوبئة، بما يساعد السلطات الحكومية لاتخاذ أنسب التدابير الوقائية[4]. شهدت هذه الدراسات دفعة قوية في إطار مجهودات التصدي لمرض فيروس كورونا-19، وعرفت تدعيم عمليات تحليل الشبكات الاجتماعية بممكنات الحوسبة والذكاء الاصطناعي.

تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على تحليل الشبكات الاجتماعية كأساس علمي لقرارات الإدارة العامة في الوقاية من انشار الأوبئة ومكافحتها، على ضوء آخر التطبيقات العملية المنجزة في مواجهة تفشي مرض فيروس كورونا-19. فما هي القيمة المضافة التي منحها علم تحليل الشبكات الاجتماعية لسلطات الضبط الإداري للوقاية من مرض فيروس كورونا-19 ومكافحة تفشيه؟

نسلك في هذه الدراسة منهجا تحليليا نبحث من خلاله علاقة التأثير القائمة بين متغيري الدراسة المتمثلين في علم تحليل الشبكات الاجتماعية من جهة، وجهود الضبط الإداري لمكافحة مرض فيروس كورونا-19 من جهة أخرى. فنخصص المحور الأول للإحاطة بمفهوم علم تحليل الشبكات الاجتماعية وعلاقته بعلم الأوبئة، أما المحور الثاني فنعرض فيه تطبيقات تحليل الشبكات الاجتماعية في الضبط الإداري لانتشار مرض فيروس كورونا-19.

2. تحليل الشبكات الاجتماعية: من علم الاجتماع إلى علم الأوبئة

أحدث علم تحليل الشبكات الاجتماعية ثورة في بحث ديناميكيات العناصر المتفاعلة في العديد من الميادين، لكن يمكن القول أن علم الأوبئة على وجه الخصوص احتضن إمكانات نظرية الشبكة أكثر من العديد من التخصصات الأخرى. نستعرض أولا مفهوم علم تحليل الشبكات الاجتماعية، قبل أن نفصل في العلاقة التي تربطه بعلم الأوبئة.

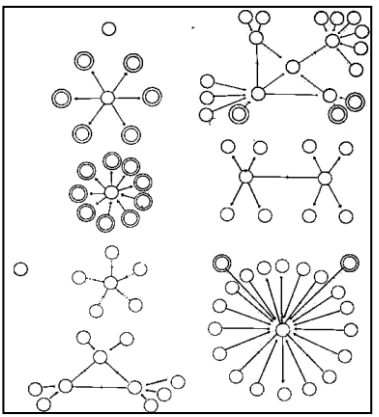
1.2 مفهوم علم تحليل الشبكات الاجتماعية

لغرض بناء تجريد عقلي متكامل لمدلول علم تحليل الشبكات الاجتماعية، نتطرق بداية لظروف نشأته ولعوامل تطوره، ثم لأبرز المقاييس التي يوظفها.

أ- نشأة وتطور علم تحليل الشبكات الاجتماعية

يمتد الجذر التاريخي لعلم تحليل الشبكات الاجتماعية إلى بدايات القرن الماضي، وتحديدا لفترة الحرب العالمية الأولى لما اهتم العالم Jacob Levy Moreno أثناء تواجده بمخيم للاجئين بدراسة شبكة الروابط الاجتماعية التي نشأت بين كل من: اللاجئين، الجنود، السكان المحليين والمجموعات الدينية والسياسية. ليخلص Moreno بعد سنوات قليلة لوضع نماذج بُنية العلاقات داخل الجماعات (أنظر: شكل 1) والتأسيس لنظرية "قياس العلاقات الاجتماعية" (Sociogram) التي سمحت بتمثيل العلاقات السلبية أو الإيجابية بين أعضاء جماعة معينة[5]. توسع بعد ذلك كل من عالمي النفس الأمريكيين: Bavelas Alex و Leon Festinger في هذا المجال، وتمكنا من وضع أسس دراسة ديناميكية الشبكات الاجتماعية[6].

شكل 1 – نماذج بنية العلاقات داخل الجماعات بحسب J. L. Moreno[7]



المصدر: J.L.Moreno, 1934، ص 116.

في بريطانيا، وبشكل مستقل عن هذه الجهود، برزت خلال سنوات الخمسينات بحوث عالم الاجتماع John Barnes، الذي يعد أول من قدم مفهوما علميا للشبكات الاجتماعية من خلال مقالة نشرها عام 1954، حيث حلل فيها التنظيم الاجتماعي لسكان قرية نرويجية[8]، واعتبر أن الحياة الاجتماعية يمكن النظر إليها على هيئة نقاط تمثل الأفراد، وبعض هذه النقاط يمكن أن ترتبط فيما بينها بخطوط تمثل العلاقات بين الأفراد، ليتشكل في الأخير مخططا يدعى "شبكة اجتماعية"[9]. وظفت عالمة الاجتماع البريطانية Bott Elizabeth هذه الأفكار الأساسية في دراساتها المتعلقة بالعلاقات الزوجية والعائلية، حيث عملت على إبراز أثر كثافة الشبكة الاجتماعية للزوجين على الحياة داخل الأسرة. أما في سنوات الستينيات والسبعينيات، فقد عرف علم تحليل الشبكات الاجتماعية تطورا هاما من خلال توسع الاهتمام به إلى مجالات أخرى كالرياضيات، الاقتصاد أو الأنثروبولجيا[10].

عبر كل مراحل التطور هذه، اكتسب علم تحليل الشبكات الاجتماعية مفهوما واضحا ومستقلا يجمع بين أدوات رياضية وأهداف موضوعاتية، حيث أصبح يعرف بأنه علم يوظف تقنيات التحليل الإحصائي والرياضي، بهدف إبراز الصلات الاجتماعية الخفية التي تعتبر مهمة لتبادل المعلومات وصنع القرار والابتكار في المنظمة[11].

تجدر الإشارة هنا إلى أن وحدة تحليل الشبكات الاجتماعية ليست عناصر الشبكة فقط، وإنما هي وحدة مترابطة من العناصر وعلاقاتهم، والتي قد تكون وحدة ثنائية (عنصرين وعلاقتهما)، أو ثلاثية، أو مجموعة جزئية، كما قد تكون الشبكة بكامل مكوناتها. ففي علم تحليل الشبكات الاجتماعية يتم النظر إلى أعضاء الشبكة وتصرفاتهم كعملية مترابطة ومتداخلة وذات تأثير على بعضهم البعض وليس على أنهم مستقلين، كما ينظر إلى العلاقة على أنها قناة اتصال أو تبادل للمعلومات أو غير ذلك. وبذلك

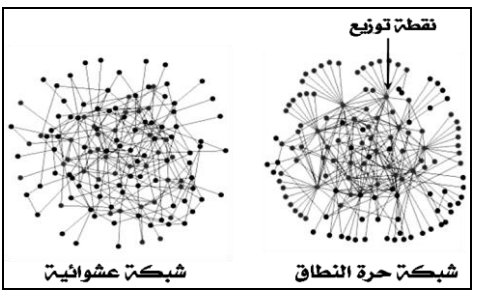
يساعد هذا النموذج على التعرف على نقاط القوة والضعف مما يمكن من تقييد أدوار العناصر أو تقويتها حسب الهدف من الدراسة[12].

ب- مقاييس تحليل الشبكات الاجتماعية

يمكن تحليل الشبكة الاجتماعية اعتمادا على عدة مقاييس للكشف عن خصائصها البنيوية والتفاعلية الخفية. ومن بين تلك المقاييس نذكر:

ب-1- مقياس درجة التوزيع: يساعد هذا المقياس على تحديد أهمية العنصر داخل الشبكة الاجتماعية اعتمادا على عدد الروابط التي تجمعه بالعناصر الأخرى[13]. تبعا لدرجة توزيع العناصر؛ تنقسم الشبكات الاجتماعية إلى صنفين: شبكات اجتماعية عشوائية وأخرى حرة النطاق. تتميز الشبكات العشوائية بأن توزيع الروابط بين عناصرها يتم بشكل عشوائي وفقا لقانون الاحتمالات. كما تتميز أيضا بأن عناصرها تتمتع بعدد ارتباطات متقارب، أي أن درجة التوزيع بين عناصرها تقترب من معدل التوزيع الكلي في الشبكة، ومن ثم يندر إيجاد عناصر مؤثرة وبارزة داخل الشبكة. بالمقابل، نجد أن الروابط في الشبكات حرة النطاق لا تتوزع على العناصر بشكل عشوائي، وإنما تتركز حول العناصر المؤثرة وفقا لقانون "التوزيع الأسي". يمكن بالتالي ملاحظة تباين كبير في درجة التوزيع بين مختلف عناصر الشبكة، حيث توجد عناصر قليلة تتمتع بعدد مرتفع من الروابط (تسمى نقاط توزيع)، بينما يكون للعدد الكبير الباقي من العناصر روابط محدودة[14].

شكل 2 – تمثيل بياني لشبكة اجتماعية عشوائية وشبكة اجتماعية حرة النطاق[15]



المصدر: Réka Albert et al، 2000، ص 379.

ب-2- مقياس التكتل: يساعد مقياس التكتل على كشف المجموعات الموجودة داخل الشبكة[16]. غالبا ما تتميز الشبكات الاجتماعية حرة النطاق بنشأة مجموعات وتكتلات تضم عناصر تتقارب فيما بينها بفعل ظاهرة "التجانس"، وهي ظاهرة اجتماعية تحدث بنزوع الأشخاص لبناء روابط مع أشخاص يشتركون معهم في خصائص أو اعتبارات معينة[17].

ب-3- مقياس درجة التباعد: يهتم مقياس التباعد بتحديد متوسط المسافات التي تربط بين أي عنصرين في الشبكة[18]، وهو ما يساعد على معرفة كفاءة الشبكة في الربط بين مختلف عناصرها. غالبا ما يقارب معدل تلك المسافات في الشبكات الاجتماعية التقليدية الستة (06) روابط.

ب-4- مقياس درجة المركزية: يستخدم مصطلح درجة المركزية لقياس مدى نشاط عناصر الشبكة، ويقصد به عدد خطوط الاتصال التي لدى العنصر[19]. يمكن أن يكشف هذا المقياس الكثير عن التركيبة العامة للشبكة، فمثلا في الشبكة عالية المركزية يسيطر عنصر واحد أو عدد قليل جدا من العناصر على الشبكة. وإذا أزيلت هذه العناصر أو تضررت فإن الشبكة تتحول بسرعة إلى مجموعة من الشبكات الفرعية غير المترابطة.

2.2 تحليل الشبكات الاجتماعية وعلم الأوبئة

يحظى علم تحليل الشبكات الاجتماعية باهتمام خاص في علم الأوبئة، إذ يوظف لفهم ونمذجة العمليات وطرق انتشار الأوبئة والسيطرة عليها. فالعدوى تنتقل غالبا عن طريق الاتصال بين الأفراد: بعضها عن طريق الاتصال العرضي (فمثلا يؤدي العطس أو المصافحة إلى نقل الأنفلونزا أو الحصبة)، وبعضها الآخر عن طريق اتصال أقل عرضية (كما هو الحال في الأمراض التي تنتقل عن طريق الاتصال الجنسي كالتهاب الكبد الفيروسي أو نقص المناعة المكتسبة)[20].

في سنة 1985 قدم Alden Klovdahl دراسة بعنوان: "الشبكات الاجتماعية وانتشار الأمراض المعدية: الإيدز مثالا"، والتي تعتبر من أولى الدراسات في هذا المجال[21]، وجاء فيها: "إن تصور السكان كمجموعة من الأفراد المرتبطين معا لتشكيل شبكة اجتماعية كبيرة، يمنح منظورا مفيدا لفهم أمثل لانتشار بعض الأمراض المعدية"[22]. لتتوالى بعد ذلك العديد من الدراسات الأخرى التي بحثت تطبيق ممكنات تحليل الشبكات الاجتماعية للوقاية ولمكافحة العديد من الأمراض والأوبئة نحو: السل[23]، السارس[24]، السعال الديكي[25]، انفلونزا الخنازير[26]، انفلونزا الطيور[27]أو حمى الخنازير الإفريقية[28].

يعرف كل من Nicolas Vidot و[29]Erick Stattner نموذج الشبكات الاجتماعية للأمراض المعدية على أنه نموذج يركز على تفشي الأمراض ضمن شبكة من التفاعلات بين عدد من الكيانات (كالأفراد، المجموعات أو المناطق). وتتحدد وضعية هذه الكيانات في الشبكة بحسب:

- **الحالة تجاه الوباء:** والتي تختلف بحسب نموذج SEIR؛ غير المحصنون (**S**usceptible)، المعرضون للعدوى (**E**xposed)، المصابون (**I**nfected) والمستبعدون (باكتساب مناعة، الوفاة أو التلقيح) (**R**emoved).
- **السمات الذاتية للكيان:** والتي تتمثل في خصائص عقد الشبكة كالسن بالنسبة للأفراد، مستوى التقارب بالنسبة للمجموعات أو الوضعية الجغرافية بالنسبة للمناطق.

أ- مستويات تحليل الشبكات الاجتماعية في علم الأوبئة

يستخلص كل من Nicolas Vidot و[30]Erick Stattner مستويين اثنين لتحليل الشبكات الاجتماعية في علم الأوبئة:

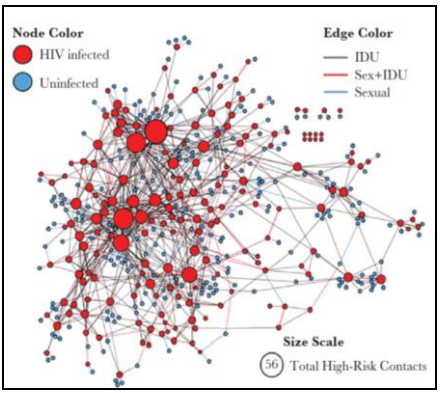
أ-1- مستوى الاتصال الشخصي

الاتصالات الشخصية هي المستوى الأول من التفاعلات التي تم التركيز عليها في علم الأوبئة. وتشير إلى أنواع الاتصالات البشرية التي تتم بين أشخاص يرتبطون فيما

بينهم بصلات قريبة كالصداقة، القرابة، الزمالة أو العلاقات الحميمة. استخدمت عدة أشكال لشبكات الاتصالات الشخصية لنمذجة انتشار الأمراض، باعتبارها الأكثر واقعية والأسهل تمثيلا، خاصة في مجال الأمراض المنقولة جنسيا[31].

نظرا لضخامة البيانات والشبكات الاجتماعية سيكون من المتعذر طبعا تحليلها بفعالية بواسطة الجهد البشري المباشر، ومن ثم لابد من الاستعانة ببرمجيات معلوماتية مخصصة لذلك. ومن بين أبرز تلك البرامج نذكر برنامج "R" الذي يتوفر على كل الميزات التي يحتاجها محلل البيانات الوبائية من حوسبة إحصائية ومن رسومات بيانية[32]. يوضح الشكل 03 تطبيق برنامج R في دراسة قام بها Ellsworth M. Campbell وآخرون، لتتبع الاتصالات القائمة في ولاية أنديانا الأمريكية سنة 2015 بين مصابين بفيروس نقص المناعة المكتسبة والأشخاص المعرضين لخطر العدوى بفعل حقن المخدرات أو العلاقات الجنسية أو كلاهما[33].

الشكل 03- الشبكة الاجتماعية لتفشي ولمخاطر تفشي فيروس نقص المناعة المكتسبة في ولاية أنديانا الأمريكية لسنة 2015. [34]



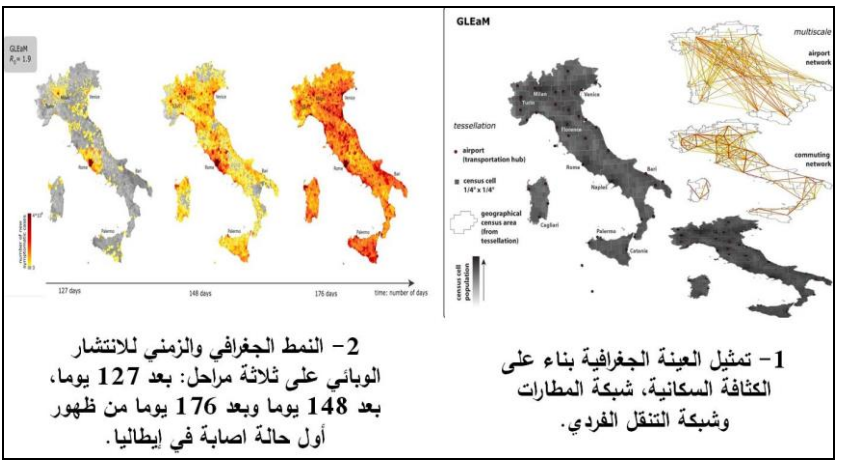
المصدر: Ellsworth M. Campbell et al ، 2017، ص 1055.

أ-2- مستوى الاتصال الجغرافي

بالرغم من نجاعة الاتصال الشخصي في تقديم فهم كاف حول العدوى المرتبطة بالاتصالات الوطيدة (كالتهاب الكبد الفيروسي أو نقص المناعة المكتسبة)، إلا أن هذه النجاعة تصبح محدودة في مواجهة الأمراض التي لا تنتقل من خلال الاتصال الشخصي الوثيق فقط بل عبر الاتصال المكاني أيضا، حيث يلعب المحيط دور وسيط نقل المرض (كالسارس أو الكورونا). هنا لابد من مراعاة الروابط الجغرافية بين المرضى وبحث الدور الذي تلعبه في تفشي العدوى، حيث تظهر الأماكن كعقد في الشبكة الاجتماعية وترسم الروابط بين الأشخاص على أساس التواجد فيها[35].

عمليا، يتم تحليل الاتصالات الجغرافية بواسطة برامج ومنصات معلوماتية خاصة، أبرزها نموذج "الوباء والتنقل العالمي" The global epidemic and mobility model (GLEaM). والذي يعتبر نظام برمجيات يدمج قاعدة بيانات سكانية مفصلة للغاية حول العالم مع البنية التحتية للنقل الجوي وأنماط التنقل القصيرة للأفراد، ليقدم نموذجا تحليليا واستشرافيا لمواجهة التحديات التي تواجه تطوير استراتيجيات التدخل للوقاية من الأوبئة ومكافحتها[36]. يظهر في الشكل 04 تطبيق لبرنامج GLEAM لمحاكاة انتشار فيروس أنفلونزا "أ" في إيطاليا.

الشكل 04 – محاكاة لانتشار فيروس أنفلونزا "أ" (H1N1) في إيطاليا وفقا لنموذج GLEaM[37]



1- تمثيل العينة الجغرافية بناء على الكثافة السكانية، شبكة المطارات وشبكة التنقل الفردي.

2- النمط الجغرافي والزمني للانتشار الوبائي على ثلاثة مراحل: بعد 127 يوما، بعد 148 يوما وبعد 176 يوما من ظهور أول حالة اصابة في إيطاليا.

المصدر:.Marco Ajelli et al ، 2010، ص ص 04، 11.

ب- أغراض تحليل الشبكات الاجتماعية في علم الأوبئة

يخدم تحليل الشبكات الاجتماعية العديد من الأغراض الأساسية في علم الأوبئة من خلال التحليل الإحصائي والرياضي للمعطيات بما يمكن سلطات القرار من استشراف الأوضاع المستقبلية والتعامل معها بأفضل التدابير، شريطة ضمان أعلى مستوى من الصحة والتحيين للمعطيات المدخلة[38]. ومن أبرز أغراض تحليل الشبكات الاجتماعية في علم الأوبئة، نذكر:

ب-1- الاكتشاف المبكر للأوبئة: يمكن توظيف تحليل الشبكات الاجتماعية للكشف المبكر عن الأوبئة والأمراض المعدية من خلال الاستعانة بمقياس درجة التباعد بين الإصابات المسجلة. فكلما تم تسجيل تقارب بين المصابين في الشبكة الاجتماعية خلال فترة محددة؛ ارتفعت فرضية انتقال المرض عن طريق العدوى بينهم. وقد ساهم هذا النموذج المبسط في طرح الفرضيات الأولى لانتقال مرض نقص المناعة المكتسبة عن

طريق العدوى من خلال دراسة قام بها David Auerbach رفقة باحثين آخرين سنة 1984 حيث تبين وجود روابط قريبة بين المصابين[39].

ب-2- نمذجة الانتشار الوبائي: يساهم علم تحليل الشبكات الاجتماعية في وضع سيناريوهات نموذجية لانتشار الأوبئة من خلال دراسة الخصائص البنيوية للشبكة الاجتماعية كدرجة التباعد، درجة التوزيع أو درجة التكتل. بالإضافة طبعا لعومل متغيرة أخرى كتطورات الوباء، أو تأثيرات الحماية[40].

ب-3- دعم جهود الحد من انتشار الأوبئة: يمكن لتحليل الشبكات الاجتماعية أن يقدم دعما مهما لجهود العزل الجغرافي للوباء من خلال توظيف مقياس درجة التكتل. فبفعل ظاهرة التجانس يمكن أن تحدث التكتلات داخل الشبكة الاجتماعية للمدن والدول، وذلك سواء على أساس اقتصادي (نشأة أحياء للفقراء وأحياء للميسورين)، أو على أساس عرقي (أحياء القوميات)، أو على أساس الوضعيات الخاصة (كتجمعات المهاجرين أو مخيمات اللاجئين)[41]. تثبت عدد من الدراسات أن العدوى لا تنتقل في كل الشبكة الاجتماعية بنفس الدرجة، إذ أن انتشار الأوبئة في التكتلات يتم بشكل أكبر وأسرع نظرا لتميزها بكثافة الاتصالات الشخصية والجغرافية[42]، لاسيما بالنسبة للتكتلات الهشة وغير المحصنة أين تكون إجراءات الوقاية أقل جدوى بفعل التقارب الاجتماعي، لنقص الوعي أو لانتشار ممارسات معدية. يساعد اكتشاف مثل هذه التكتلات على تخصيص جهود السلطات الحكومية لتكييف طبيعة وصرامة التدابير بحسب حساسية المناطق، دون الحاجة لاتخاذ تدابير صارمة بشكل شامل، بما ينتج عنه انعكاسات سلبية متعددة.

3. تطبيقات تحليل الشبكات الاجتماعية في الضبط الإداري لمرض فيروس كورونا-19

حفزت جائحة مرض فيروس كورونا-19 جهود ومبادرات فئات كثيرة من الباحثين لمحاولة المشاركة في البروتوكولات العلاجية أو الوقائية من هذا المرض. في هذا السياق يبرز دور الباحثين في مجال تحليل الشبكات الاجتماعية بالاشتراك مع باحثي البرمجة

والذكاء الاصطناعي للمساعدة في إمداد الجهات الحكومية بمعلومات وقراءات علمية مبكرة حول ديناميكيات انتشار الفيروس بما ينعكس في المحصلة ترشيدا وتصويبا لقرارات سلطات الضبط الإداري سواء في تحديد مستوى التدخل، أو في اعتماد التدابير الوقائية الأنسب.

1.3 تطبيق تحليل الشبكات الاجتماعية في تحديد مستوى التدخل الضبطي ضد مرض فيروس كورونا-19

يختلف المستوى القانوني الذي تتدخل فيه سلطات الضبط الإداري لمواجهة مرض فيروس كورونا-19 على غرار أي وباء ذو انتشار دولي تبعا لمستوى التهديد الوبائي لكل بلد أو منطقة. نعالج فيما يلي الدور الذي يمكن أن يلعبه تحليل الشبكات الاجتماعية في الكشف عن مستوى التهديد الوبائي، لنتطرق بعد ذلك للمستويات الضبطية المقررة.

أ- دور تحليل الشبكات الاجتماعية في الكشف عن مستوى التهديد الوبائي لمرض فيروس كورونا-19

اعتمادا على تحليل بنية وتفاعلات الشبكات الاجتماعية قامت العديد من الدول بالإضافة لمنظمة الصحة العالمية بتنفيذ عدة أنظمة محاكاة لانتشار جائحة مرض فيروس كورونا-19، ومن أبرز أنظمة المحاكاة هذه، نذكر:

أ-1- مشروع COVID-19 Simulator: تم تطوير هذا النموذج في أمريكا بالتعاون بين مستشفى ماساتشوست العام وكلية الطب بجامعة هارفارد. وهو أداة لمساعدة سلطات الضبط على تحديد كيفية التعامل مع مرض فيروس كورونا-19 في الولايات المتحدة الأمريكية بين الفترتين: 2020/03/15 و 2020/08/31، حيث يعالج المشروع أحدث البيانات المقدمة من طرف الولايات ليقوم باستنتاج الديناميكيات المستقبلية لانتشار العدوى بناء على نموذج "SEIR".

يمنح مشروع Covid-19 Simulator نتائج استشراف تفشي الوباء بافتراض ثلاثة مستويات ضبطية: أولا، مستوى القيود الدنيا، حيث لا تتدخل السلطات العمومية ويترك الأمر لوعي الأفراد (كغسل الأيدي أو تجنب الاتصال بالمرضى). ثانيا، مستوى التدخل العادي، حيث تتخذ الحكومة تدبير الحجر المنزلي. وأخيرا، المستوى الثالث المتمثل في الإغلاق العام. وعلى ضوء نتائج هذه المحاكاة يتسنى لسلطات الضبط الإداري اتخاذ أنسب التدابير[43].

أ-2- مشروع PRACRITI: يقوم مشروع "توقع وتقييم عدوى كورونا وانتقالها في الهند" على نموذج معدل لنموذج "SEIR" التقليدي، حيث يشمل العناصر: المتكيفة، المتفاعلة، المتكتلة، القابلة للعدوى، المعرضة للعدوى، المصابة بالعدوى، والمحيدة، أي نموذج (AICSEIR). كما يراعي هذا المشروع السمات الخاصة بالكيانات مثل: عدد سكان المنطقة، المسافة بين المناطق أو عدد السياح الزائرين.

يقدم هذا المشروع أيضا محاكاة للانتشار الوبائي على ضوء المستوى الضبطي الذي يمكن أن تتخذه الحكومة الهندية. في المجال الداخلي للمناطق الهندية تتم محاكاة تفشي المرض من خلال ثلاث فرضيات ضبطية: المستوى (0)، لا يتضمن فرض أي تدابير حكومية. المستوى (1)، يفرض فيه الحجر المنزلي مع السماح بالانتقال للحاجيات الأساسية. والمستوى (2)، يفرض فيه حجر منزلي تام ويمنع الخروج حتى لاقتناء الحاجيات الأساسية. أما بالنسبة للمجال الخارجي، فإن المستوى (0) يتضمن عدم فرض أية قيود على الحركة. بينما يشير المستوى (1) إلى السماح بحركة المرور الأساسية فقط. وأخيرا يتضمن المستوى (2) المنع التام لحركة المرور[44].

ب- مستويات الضبط الإداري لمواجهة مرض فيروس كورونا-19

أدت جائحة مرض فيروس كورونا-19 لظهور الحاجة في عدة دول لبلورة نظام قانوني متكامل لمستويات الضبط الإداري الصحي بحسب درجة التهديد الوبائي المسجل، بما يستجيب لمقتضى الموازنة بين الحفاظ على النظام العام وحماية حقوق وحريات

الأشخاص. وبالإطلاع على تجارب أنظمة مقارنة يمكننا ملاحظة تدرج تدابير الضبط الإداري في الدول ضمن ثلاثة مستويات رئيسية:

ب-1- مستوى الظروف العادية: في مستوى الظروف العادية تواجه سلطات الضبط الإداري المخاطر الناجمة عن الحياة الاجتماعية اليومية، والتي تكون في نطاق محدود جدا ليس من شأنه تهديد النظام العام في البلاد. في هذا المستوى يتعين على الإدارة احترام حقوق وحريات الأفراد المكفولة دستوريا. لذا وجب أن تخضع تدابير الضبط الإداري في الحالة العادية لمبدأ المشروعية ولرقابة القضاء.

تتناسب الحالة العادية مع مستوى منخفض من التهديد الوبائي وتفرض اتخاذ تدابير وقائية بسيطة لا تؤثر بشكل جدي على ممارسة الحقوق والحريات. فمثلا فعلت نيوزيلندا المستوى رقم 1 -من أصل أربعة مستويات- في نظام الإنذار الخاص بمرض فيروس كورونا-19 بعد ثبوت عدم التحكم في انتشار الوباء في الصين وقيام احتمال عدوى معزولة في البلاد[45]. يمكن أن يشمل هذا المستوى تدابير ضبطية من قبيل الرقابة الصحية بالحدود أو تشجيع التباعد الجسدي.

في الجزائر، وفي ظل الحالة العادية من الناحية القانونية، تم إصدار المرسوم التنفيذي رقم 20-69 المتعلق بتدابير الوقاية من انتشار وباء فيروس كورونا (كوفيد-19) ومكافحته[46]، والمرسوم التنفيذي رقم 20-70 المتضمن لتدابير تكميلية للمرسوم السابق[47]، وهما عبارة عن مرسومين مهمين يحملان عنصر الاستعجال بالنظر لارتفاع مستوى التهديد الوبائي حينها، غير أنهما تضمنا تدابير عديدة مقيدة للحقوق والحريات المقررة نحو: تعليق نشاط النقل[48]، وضع أنظمة للحجر[49]، تقييد الحركة والأنشطة التجارية[50] أو منع كل تجمع لأكثر من شخصين[51]. في هذا الصدد يمكن إثارة ملاحظتين: الأولى، عدم تناسب طبيعة التدابير المتخذة في المرسومين مع الظروف العادية للضبط الإداري، وهذا قد يرجع للصياغة المطلقة للمادة 41 من القانون رقم 18-

11 المتعلق بالصحة[52]. أما الملاحظة الثانية فتتعلق بعدم تناسب الطابع المستعجل لنفاذ القرارين مع سلطات القاضي الإداري في رقابة قرارات الضبط الإداري في الظروف العادية، حيث يمكنه بسط رقابة المشروعية عليها بكل ما قد يرتبه ذلك من إلغاء أو وقف للتنفيذ عند الاقتضاء.

تحقيقا لمقتضيات حماية الحقوق والحريات يستلزم تفعيل تلك التدابير في إطار مخططات خاصة مصادق عليها ضمن تشريع محدد، أو بموجب حالة طوارئ صحية أو عامة منظمة قانونا بصفة مسبقة.

ب-2- مستوى الطوارئ الصحية: حالة الطوارئ الصحية هي إطار قانوني يمكن الدول من مواجهة حالة الكارثة الصحية التي تهدد صحة السكان بحكم طبيعتها أو خطورتها[53] دون ضرورة إعلان حالة الطوارئ العامة. في إطار مواجهة انتشار مرض فيروس كورونا-19؛ عمدت بعض الدول والحكومات لإعلان حالة الطوارئ الصحية على غرار كل من: المغرب[54] أو فرنسا[55]. تساهم حالة الطوارئ الصحية في إرساء الموازنة بين حماية الحقوق والحريات وفعالية التدابير الضبطية لمواجهة المخاطر الصحية الكبرى. ويتم ذلك بشكل أمثل إذا ما تم احترام ما يلي:

- النص الدستوري عليها، لاحترام تماثل القوانين المقررة للحقوق والمقيدة لها.
- تنظيم أحكامها العامة وتحديد التدابير المتاحة بموجب قانون عضوي لضمان رقابة دستوريتها وصدورها بموجب الإرادة الشعبية.
- الإعلان عنها بموجب قرار مجلس الوزراء بعد الأخذ "بالرأي المطابق" للجنة خبراء مختصين ومنتخبين من نظرائهم، للحد من مجال السلطة التقديرية للإدارة في هذا المجال.

هذا، وفي حالة الجزائر لم يتم لحد الآن إعلان مثل هذه الحالة ونرى بعدم وجود إطار قانوني ملائم يسمح بذلك من الناحية الدستورية.

ب-3- مستوى الطوارئ العامة: حالة الطوارئ العامة هي إطار قانوني يسمح للدول والحكومات باتخاذ تدابير استثنائية لما تتعرض لمخاطر تفرض عليها حماية النظام العام على حساب بعض الحقوق والحريات الأساسية. عمدت دول مثل اليابان[56] ونيوزيلندا[57] لإعلان حالة الطوارئ العامة لمواجهة مرض فيروس كورونا-19 بما يسمح لها بتجنيد وسائل كبرى واتخاذ تدابير استثنائية بشكل مشروع.

2.3- تطبيق تحليل الشبكات الاجتماعية في تحديد التدابير الضبطية الأنسب ضد مرض فيروس كورونا-19

يقدم علم تحليل الشبكات الاجتماعية نماذج علمية تساعد سلطات الضبط الإداري في اتخاذ التدابير الوقائية الأنسب في مواجهة انتشار الأوبئة. فقد تجسدت من الناحية العملية العديد من تلك النماذج في إطار مكافحة جائحة مرض فيروس كورونا-19، وذلك سواء بالنسبة لتدابير الوقاية من انتقال الفيروس من الخارج، أو بالنسبة لتدابير مكافحة تفشي الفيروس على المستوى الداخلي للدول.

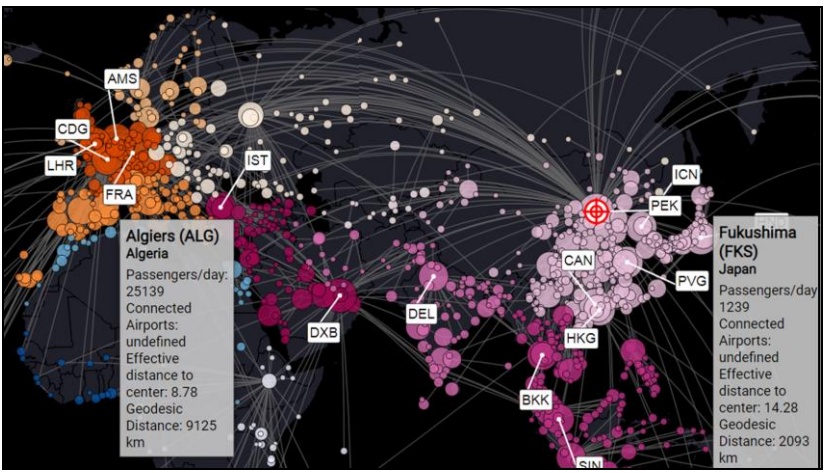
أ- تطبيق تحليل الشبكات الاجتماعية في تحديد تدابير الوقاية من انتقال مرض فيروس كورونا-19 من الخارج

يرى الباحث Dirk Brockmann الأستاذ في معهد البيولوجيا بجامعة هومبولت الألمانية، أنه يجب – في إطار دراسة الانتشار الدولي للأوبئة- إعادة تحديد المسافات بين المناطق اعتمادا على الشبكة العالمية للحركة الجوية، بما يساعد على توقع سرعة موجة انشار العدوى واستشراف موعد وصول الوباء لمناطق معينة. فبحسب الباحث: "فإن مدنا مثل لندن أو فرانكفورت تكون أقرب إلى نيويورك مقارنة بالعديد من المدن الأمريكية الصغيرة، وذلك ببساطة لأن هناك حركة نقل أكبر تربط المنطقتين. بهذه الطريقة، يمكن إعادة تحديد المسافة بين أي موقعين بناء على هيكلية خريطة الحركة الجوية. لقد طورنا نظرية حسابية تفسر هذه الحقيقة وأدخلنا مقياسا جديدا للمسافة حيث يقل بين المناطق

المرتبطة بحركة نقل قوية، ويكبر بين المناطق المتصلة بحركة مسافرين قليلة. لما يتم تطبيق هذه النظرية وتمثل بيانيا تظهر المسافة الشعاعية بين المناطق بما نسميه المسافة الفعلية"[58].

بعد تطبيق "نظرية المسافة الفعلية" في المحاكاة الحاسوبية لانتشار فيروسي: السارز والأنفلونزا، قام Dirk Brockmann بتطبيق النظرية على دراسة انشار مرض فيروس كورونا-19 في العالم، حيث تم الانتهاء إلى النموذج المبين في الشكل 05 أين تمثل المطارات عقد الشبكة وتمثل حركة السفر روابطها، ويزداد حجم كل عقدة بحسب قرب المسافة الفعلية بينها وبين مركز الانتشار الوبائي المتمثل في مطار بيكين.

الشكل 05- مقارنة المسافة الفعلية بين كل من "الجزائر العاصمة" ومدينة "فوكوشيما" اليابانية بالنسبة للعاصمة الصينية "بيكين"[59]



المصدر: http://rocs.hu-berlin.de/viz/sgb/

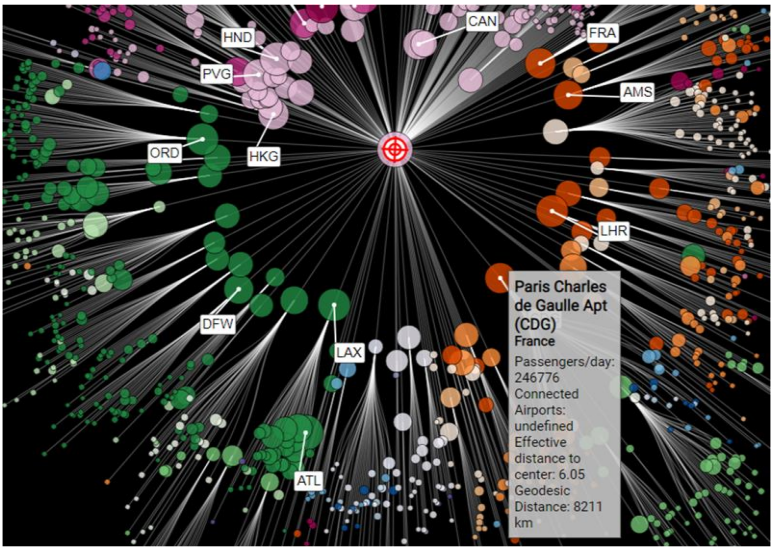
يظهر الشكل 05 أن "المسافة الفعلية" بين الجزائر العاصمة والعاصمة الصينية بيكين تقدر بـ 8.78، بالرغم من أن المسافة الجغرافية هي 9125 كلم. أما "المسافة الفعلية" بين كل من مدينة فوكوشيما اليابانية والعاصمة بيكين هي 14.28 بالرغم من أن

المسافة الجغرافية بينهما هي 2093 كلم فقط. تم تقدير المسافتين الفعليتين السابقتين على أساس حركة المسافرين المرتبطة بمركز انتشار مرض فيروس كورونا-19 على المستوى العالمي "بيكين"، حيث يصل إلى مطار الجزائر حوالي 25139 مسافر يوميا مع ارتباط مباشر بمطار شارل ديغول الفرنسي الذي يتميز كذلك بحركة نقل قوية مع مطار بيكين. في حين أن الحركة الجوية في مطار فوكوشيما تقدر بـ 1239 مسافر يوميا فقط.

يساعد توظيف نموذج المحاكاة القائم على "نظرية المسافة الفعلية"- بعد التطوير ليشمل حركة النقل البحري والبري- في استشراف سرعة الانتشار الوبائي ومدى خطورة الوصول إلى الدولة بمعزل عن المسافة الجغرافية أو عدد الإصابات في منطقة ما. فكلما كانت خطورة انتقال الوباء من الخارج محدودة نظرا لارتفاع المسافة الفعلية يمكن لسلطات الضبط الإداري المبادرة باتخاذ تدابير وقائية مخففة على نحو تدبير"المراقبة الصحية بالحدود" المنصوص عليها بموجب المادة 43 من القانون 18-11 المتعلق بالصحة. أما في حال كشف نظام المحاكاة عن تقلص المسافة الفعلية مع مركز للانتشار الوبائي، فإن هذا يستلزم اتخاذ تدابير أكثر صرامة بشكل مبكر على نحو "تعليق الحركة الجوية" مع تلك المناطق.

يذكر في هذا السياق أن أولى حالات انتشار مرض فيروس كورونا-19 في منطقة البليدة في الجزائر كانت عبر مغترب جزائري عائد من فرنسا التي عرفت انشار وبائي معتبر، بفعل المسافة الفعلية بين مطار شارل دوغول الفرنسي ومطار بيكين التي تقدر بـ 6.5 فحسب على النحو المبين في الشكل 06.

الشكل 06- تمثيل المسافة الفعلية بين مطار شارل دوغول الفرنسي ومطار بيكين الصيني[60]



المصدر: http://rocs.hu-berlin.de/viz/sgb/

ب- تطبيق تحليل الشبكات الاجتماعية في تحديد تدابير الوقاية من تفشي مرض فيروس كورونا-19 على المستوى الداخلي

تتسم الشبكات الاجتماعية في الحياة العادية بالتفاعل عبر روابط عشوائية (كالاتصال العرضي في وسائل النقل أو في المساحات التجارية) ووفقا لبنية تتضمن نسبة متغيرة ممن التكتلات (كروابط أماكن العمل أو الروابط الأسرية)[61]. هذا النموذج من الشبكات يمثل مجالا مفضلا لتفشي الأوبئة بالنظر لإمكانية نقل المصاب للعدوى بشكل سريع وعلى نطاق واسع إلى روابطه الشخصية كأفراد أسرته وزملائه في العمل، وإلى أشخاص آخرين لا يرتبط بهم إلا من خلال اتصالات عشوائية[62].

يؤدي تدبير "الحجر المنزلي" - الذي يمثل أساس فكرة التباعد البدني- إلى تحويل الشبكة الاجتماعية للحياة العادية إلى نموذج مماثل للشبكات حرة النطاق، حيث تنخفض

نسبة الروابط العشوائية بين العناصر وترتفع نسبة التكتلات الجزئية في أماكن الحجر(المساكن عادة). للتفصيل أكثر في هذه المسألة نناقش فيما يلي أثر الشبكات الاجتماعية حرة النطاق المشكلة بموجب تدبير الحجر المنزلي في الوقاية من انتشار مرض فيروس كورونا-19، بالإضافة للشروط الضرورية لضمان كفاءة مثلى لهذا النموذج من الشبكات على ضوء التطبيقات العملية الحاصلة في الدول.

ب-1 – أثر إعادة هيكلة الشبكة الاجتماعية في الوقاية من تفشي مرض فيروس كورونا-19

يبرز أثر تحويل الشبكة الاجتماعية العادية إلى بنية حرة النطاق في الحد من تفشي مرض فيروس كورونا-19 في عدة نقاط أهمها:

- **الحد من ديناميكية تفشي العدوى:** بالرغم من أنه يؤخذ على الشبكات حرة النطاق تضمنها لسلبية تجعل منها عاملا مسرعا لانتشار العدوى، ويتمثل في تضمنها لمحاور تلعب دور نقاط توزيع العدوى بالنظر لمركزيتها العالية نسبيا. إلا أن تحييد هذه الموزعات من خلال تدبير "الحجر المنزلي الكلي" من شأنه أن يحد بشكل فعال من تفشي العدوى مقارنة من أي بنية أخرى[63]. وذلك خلافا لتدبير "الحجر المنزلي الجزئي" الذي يعيد دوريا نموذج الشبكة الاجتماعية العادية، ولا يؤدي لتحييد الإصابات بشكل فعال ويساهم في نقلها إلى أماكن الحجر.

- **تسهيل عملية تتبع مخالطي المرضى:** يقصد بعملية تتبع مخالطي المرضى (Contact tracing) التحقيق في قائمة الأشخاص المخالطين بصفة مقربة للمصابين من أجل فحصهم وعزلهم وحصولهم على الرعاية في الوقت المناسب عند الاقتضاء[64]. هذه العملية تكون أسهل وأسرع في الشبكات حرة النطاق، حيث يكون الاتصال في دائرة العلاقات القريبة (كالأسرة أو الجيران)، وليس أشخاص عشوائيين (كركاب حافلة، أو المرتفقين)[65].

– **دعم استراتيجية التطعيم:** تساعد الشبكات حرة النطاق في فرز التكتلات وتحديد النقاط الأكثر مركزية التي يجب العمل على تحصينها من خلال منحها الأولوية في استراتيجية التطعيم. النقاط المركزية في ظرف الحجر الصحي تشمل عادة: مستخدمي الصحة (أطباء وممرضين)، أعوان الإسعاف، أعوان الأمن، عناصر المجتمع المدني المساعدة... إلخ. منح الأولوية للأشخاص الأكثر مركزية في الشبكة في عملية التطعيم يساهم في المحاصرة السريعة لتفشي الوباء مقارنة بعملية التطعيم العشوائي[66].

ب–2– شروط فعالية إعادة هيكلة الشبكة الاجتماعية في الوقاية من انتشار مرض فيروس كورونا–19

أظهر التطبيق العملي لإعادة هيكلة بنية الشبكات الاجتماعية وجود بعض الاختلالات التي تحول دون الاستفادة المثلى من نموذج الشبكة حرة النطاق في مواجهة إنتشار فيروس كورونا–19 بعد اتخاذ تدبير الحجر المنزلي في العديد من الدول. ومن أجل بلوغ أفضل النتائج لابد من الاستجابة لجملة من الشروط التي تحافظ على استمرار البنية الجديدة للشبكة الاجتماعية لأطول وقت ممكن، ومن بين تلك الشروط:

– **توفير الخدمات المنزلية:** تتراجع فعالية تدبير الحجر في ظل الحجر المنزلي الجزئي المبرر بضرورة الحصول على الاحتياجات التموينية أو الطبية، ولذلك وجب تحويل أكبر قدر من الخدمات العامة أو الخاصة إلى خدمات منزلية (مثل: العلاج والفحص المنزلي أو توصيل التموينات)، وذلك من خلال أعوان وسيطة يسهل إخضاعهم للتدابير الوقائية الصارمة (مثل: أعوان الاسعاف والحماية المدنية، الأطباء والممرضين، أفراد المجتمع المدني أو أعوان الأمن).

– **تحديد الفئات ذات الأولوية في تدابير التحصين تبعا للفئات الأكثر عرضة:** يعتمد تحديد الفئات ذات الأولوية في تدابير التحصين على خصائص الوباء، في حالة فيروس كورونا–19 ثبت أن فئة كبار السن تعد الفئة الأكثر عرضة للوفاة بعد الإصابة[67]، ومن

ثم وجب تحييد هذه الفئة بتدابير خاصة في مقدمتها الاستفادة من الأولوية في العطل الاستثنائية أو صرامة تدابير الفحص والوقاية لدور المسنين.

- **تطوير آليات المعاملات والتجارة الإلكترونية:** لضمان استمرار الحجر المنزلي الكلي للوقت المحدد وعدم تعطيل المصالح الاقتصادية والاجتماعية؛ لابد من العمل على توفير الاحتياجات الأساسية للأشخاص في مرحلة الحجر، وهذا ما يتحقق في جانب كبير منه من خلال الآليات الإلكترونية المستخدمة لعدة غايات نحو: الدفع، العمل، الدراسة، الاتصال أو الترفيه.

4. خاتمة

يختزل علم تحليل الشبكات الاجتماعية أهمية مؤكدة في ترقية فعالية قرارات السلطات العمومية ودعم البروتوكولات الوقائية من تفشي الأوبئة حيث يمكن الاستفادة منه لعدة أغراض مثل: الاكتشاف المبكر للعدوى، نمذجة الانتشار الوبائي أو دعم جهود الحد من انتشار العدوى.

ظهرت القيمة المضافة لتحليل الشبكات الاجتماعية بشكل عملي في تطبيقاته المتعددة المنجزة في إطار جهود سلطات الضبط الإداري لمواجهة مرض فيروس كورونا-19، سواء في تحديد مستوى التدخل باقتراح أنظمة محاكاة تكشف مستوى التهديد الوبائي والمستوى الضبطي المناسب له، أو في المساعدة على اتخاذ التدابير الوقائية الأنسب للوقاية من انتقال الفيروس من الخارج أو لكبح انتشاره في الداخل.

أثبتت الدراسة الحاجة لمراعاة عدد من الشروط من أجل التوظيف الأمثل لتحليل الشبكات الاجتماعية في جهود التصدي لمرض فيروس كورونا-19، والتي نذكر منها:

1- ضرورة توفير قاعدة بيانات صحية موثوقة ومحينة، فكلما كانت المعطيات المدخلة إلى نماذج التحليل غير دقيقة أو غير محينة، كانت المخرجات أقل تمثيلا للحقيقة.

2- الحاجة لتدعيم لجنة الخبراء المشرفة على متابعة الأوبئة بمختصين في النمذجة الرياضية والحاسوبية.

3- ضرورة تهيئة أطر قانونية جاهزة لتفعيل تدابير الضبط الإداري في مواجهة انتشار الأوبئة بصفة مشروعة وبما يحفظ الحقوق والحريات ولا يعرقل حركة الاقتصاد. وذلك من خلال وضع نظام قانوني لحالة طوارئ صحية بضمانات كافية، أو بتنظيم مخططات خاصة ضمن تشريعات مصادق عليها.

4- توفير ضمانات التنفيذ الفعال لتدبير الحجر المنزلي من خلال تشجيع الخدمات المنزلية في القطاعين العام والخاص، ودعم آليات المعاملات والتجارة الإلكترونية.

5. المراجع

(1) Hunter ND. Public Health Law II: Contemporary Threats. The Law of Emergencies, 2018, p. 245.
(2) https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b110019621/f2.image
(3) Hamidouche M. COVID-19 outbreak in Algeria: A mathematical Model to predict cumulative cases. [Submitted]. Bull World Health Organ. E-pub: 25 March 2020. doi: http://dx.doi.org/10.2471/BLT.20.256065
(4) Benedict Carey, Mapping the Social Network of Coronavirus, The New York Times, 13/03/2020. Available from: https://www.nytimes.com/2020/03/13/science/coronavirus-social-networks-data.html
(5) René Marineau, The Birth and Development of Sociometry: The Work and Legacy of Jacob Moreno (1889-1974), Social Psychology Quarterly, Vol. 70, No. 4, Birthday Issue (Dec., 2007), p. 322.
(6) John Scott, Trend report social network analysis, Sociology, Vol. 22, No. 1 (February, 1988), p. 110.

(7) J.L.Moreno, Who shall survive? A New approach to the problem of human interrelations, Nervous and Mental disease publishing Co., Washington D.C., 1934, p. 116.
(8) Alain Lefebvre, Les réseaux sociaux: pivot de l'Internet 2.0, MM2 édition, Paris, 2005, p. 25.
(9) طارق بن عبد الله الشدي، منهجية تحليل الشبكات الاجتماعية، مجلة جامعة الملك سعود، الآداب، مج 22، عدد 2، ص 376.
(10) John Scott, op.cit, pp. 111-112.
(11) طارق بن عبد الله الشدي، مرجع سابق، ص 374.
(12) المرجع نفسه.
(13) Xin Jin et al., Online Social Networks Based on Complex Network Theory and Simulation Analysis, in: W.E. Wong (ed.), Proceedings of the 4th International Conference on Computer Engineering and Networks, Springer International Publishing, Switzerland, 2015, p. 1133.
(14) Giovanna Miritello, Temporal Patterns of Communication in Social Networks, Springer, Switzerland, 2013, p. 13.
(15) Réka Albert et al., Error and attack tolerance of complex networks, Nature, Vol. 406, 27 July 2000, p. 379.
(16) Sanjiv Sharma and G.N. Purohit, Methods of Tracking Online Community in Social Network, In: M. Panda, S. Dehuri, and G.-N. Wang (eds.), Social Networking: Mining, Visualization, and Securit, Springer International Publishing, Switzerland, 2014, p. 136.
(17) Bassel Tarbush and Alexander Teytelboym, Homophily in Online Social Networks, In: Paul W. Goldberg (ed.), Internet and Network Economics: 8th International Workshop, WINE 2012, Liverpool, UK, December 10-12, 2012. Proceedings, Springer, Berlin, 2012, p. 515.
(18) Saptarshi Ghosh and Niloy Ganguly, Structure and Evolution of Online Social Networks, in: Mrutyunjaya Panda et al.(eds.), Social Networking: Mining, Visualization, and Security, Springer International Publishing, Switzerland, 2014, p. 26.

(19) طارق بن عبد الله الشدي، مرجع سابق، ص ص 390–391.

(20) Carlo Piccardi, Social networks and the spread of epidemics, Lett Mat Int (2013) 1:119, p. 119.

(21) Erick Stattner and Nicolas Vidot. Social network analysis in epidemiology: Current trends and perspectives. Research Challenges in Information Science, 2011, Gosier, Guadeloupe, p. 05.

(22)A. S. Klovdahl. Social networks and the spread of infectious diseases: the aids example. Soc Sci Med, 21(11):1203–16, 1985, p. 1203.

(23) AA Al-Azem, A Jolly, E Hershfield, and A Kabani. Social network analysis in tuberculosis. Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 38(55), 1998.

(24) Xiaolong Zheng et al., Network-Based Analysis of Beijing SARS Data, D. Zeng et al. (Eds.): BioSecure 2008, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

(25) Pejman Rohani et al., Contact Network Structure Explains the Changing Epidemiology of Pertussis, Science, New Series, Vol. 330, No. 6006,12 November 2010.

(26) Simon Cauchemez et al., Role of social networks in shaping disease

transmission during a community outbreak of 2009 H1N1 pandemic influenza, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 108, no. 7, 2011.

(27) Vincent Martin et al., Risk-based surveillance for avian influenza control along poultry market chains in South China: The value of social network analysis, Preventive Veterinary Medicine, 102 , 2011.

(28) Jacqueline Kasiiti Lichoti et al., Social network analysis provides insights into African swine fever epidemiology, Preventive Veterinary Medicine, 126, 2016.

(29) Erick Stattner and Nicolas Vidot, op.cit, p. 05.

(30) Ibid., pp. 05-06.

(31)Ibid., p. 05.

(32) Amir Maroof Khan, R-software: A newer tool in epidemiological data analysis, Indian J Community Med

2013;38:56-8. Available from: http://www.ijcm.org.in/text.asp?2013/38/1/56/106630
(33) Ellsworth M. Campbell et al., Detailed Transmission Network Analysis of a Large Opiate-Driven Outbreak of HIV Infection in the United States, The Journal of Infectious Diseases, 2017:216, p. 1055.
(34) Ibid.
(35)Erick Stattner and Nicolas Vidot, op.cit, pp. 05-06
(36) http://www.gleamviz.org
(37)Marco Ajelli et al., comparing large-scale computational approaches to epidemic modeling: Agent-based versus structured metapopulation models, BMC Infectious Diseases 2010, 10:190, pp. 04, 11. Available from: https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-10-190
(38) Krishna Regmi and Ivan Gee (Eds.), Public Health Intelligence Issues of Measure and Method, Springer International Publishing, Switzerland, 2016, p. ix.
(39) Auerbach DM, Darrow WW, Jaffe HW, Curran JW, Cluster of cases of the acquired immune deficiency syndrome. Patients linked by sexual contact, The American Journal of Medicine, Vol. 76 (3), 1984.
(40) Zhaoyang Zhang et al., Modeling Epidemics Spreading on Social Contact Networks, IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, Vol.3, Issue 3, 2015, p. 410.
(41) Tomas C. Timmreck, An introduction to epidemology, 3rd ed., Jones and Bartlett publishers, Boston, 2002, p.296.
(42) راجع كل من:
- Yi-Da Chen et al., Incorporating Geographical Contacts into Social Network Analysis for Contact Tracing in Epidemiology: A Study on Taiwan SARS Data, In D. Zeng et al. (Eds.): BioSurveillance 2007, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, p. 34.
- Jacqueline Kasiiti Lichoti et al., Social network analysis provides insights into African swine fevere pidemiology, Preventive Veterinary Medicine 126 (2016) , p. 03.
(43) https://www.covid19sim.org/

(44) http://pracriti.iitd.ac.in/
(45) https://covid19.govt.nz/
(46) المرسوم التنفيذي رقم 20-69 المؤرخ في 2020/03/21 المتعلق بتدابير الوقاية من انتشار وباء فيروس كورونا (كوفيد-19) ومكافحته (ج ر ج ج عدد 15، المؤرخة في 2020/03/21).
(47) المرسوم التنفيذي رقم 20-70 المؤرخ في 2020/03/24 الذي يحدد تدابير تكميلية للوقاية من انتشار وباء فيروس كورونا (كوفيد-19) ومكافحته (ج ر ج ج عدد 16، المؤرخة في 2020/03/24).
(48) المادة 03 من المرسوم التنفيذي رقم 20-69 المتعلق بتدابير الوقاية من انتشار وباء فيروس كورونا (كوفيد-19) ومكافحته.
(49) المادة الأولى من المرسوم التنفيذي رقم 20-70 الذي يحدد تدابير تكميلية للوقاية من انتشار وباء فيروس كورونا (كوفيد-19) ومكافحته
(50) المرجع نفسه.
(51) المرجع نفسه.
(52) القانون رقم 18-11 المؤرخ في 2018/07/02 المتعلق بالصحة (ج ر ج ج عدد 46 المؤرخة في 2018/07/29).
(53)Art.02 de la loi française n° 2020-290 du 23 mars 2020 d'urgence pour faire face à l'épidémie de covid-19.
(54) مرسوم بقانون رقم 2.20.292 صادر في 28 من رجب 1441 (23 مارس 2020) يتعلق بسن أحكام خاصة بحالة الطوارئ الصحية وإجراءات الإعلان عنها. و مرسوم رقم 2.20.293 صادر في 29 من رجب 1441 (24 مارس 2020) بإعلان حالة الطوارئ الصحية بسائر أرجاء التراب الوطني لمواجهة تفشي فيروس كورونا – كوفيد 19
(55) La loi n° 2020-290 du 23 mars 2020 d'urgence pour faire face à l'épidémie de covid-19.
(56) https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000624434.pdf
(57) https://covid19.govt.nz/alert-system/state-of-national-emergency/

(58) Dirk Brockmann, Global Connectivity and the Spread of Infectious Diseases, Nova Acta Leopoldina NF Nr. 419, 2017, p. 134.
(59)http://rocs.hu-berlin.de/viz/sgb/
(60) http://rocs.hu-berlin.de/viz/sgb/
(61) Leon Danon et al., Networks and the Epidemiology of Infectious Disease, Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases, March 2011, p. 09.
(62) A. Grabowski and R. A. Kosiñski, Epidemic spreading in a hierarchical social network, Physical review E 70, 031908 (2004), p. 031908-6 .
(63) Evgenia Avdeeva et al., Epidemic Spread in Scale-Free Networks, Bachelor project in Mathematics, Roskilde University, 2008, p. 31.
(64) http://origin.who.int/features/qa/contact-tracing/ar/
(65) A. Grabowski and R. A. Kosiñski, op.cit, p. 031908-6.
(66) Mike J. Jeger et al., op.cit, p. 284.
(67) https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-05/Policy-Brief-The-Impact-of-COVID-19-on-Older-Persons.pdf