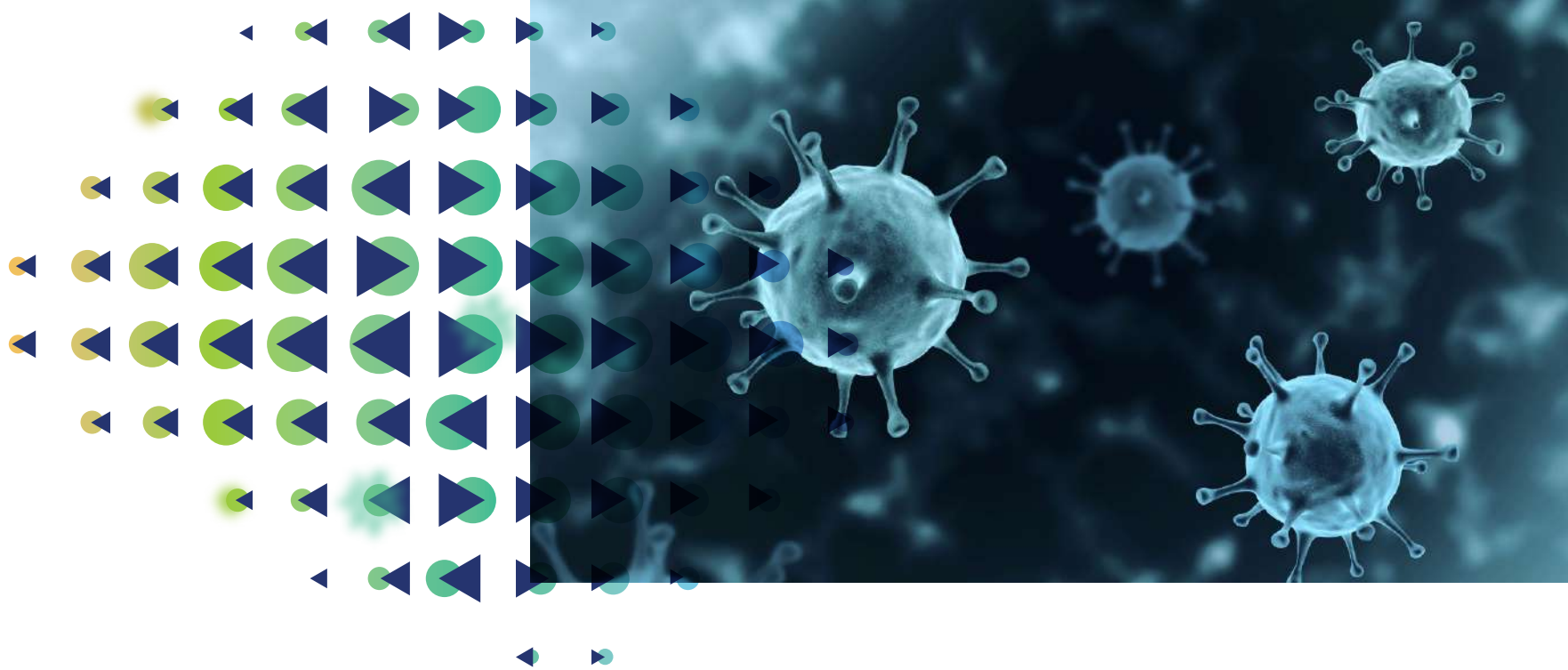




**SDAIA**

الهيئة السعودية للبيانات  
والذكاء الاصطناعي  
Saudi Data & AI Authority



# دور البيانات والذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات الصحية فرص وتحديات

فبراير 2022



بِسْمِ اللَّهِ  
الرَّحْمَنِ  
الرَّحِيمِ

## كلمة معالي الرئيس

تحرص الدول في أوقات الأزمات على تبني أحدث الوسائل والتقنيات لحماية المجتمعات، ولذلك لاقت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي اهتمامًا متزايدًا خلال جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19)، حيث أدت دورًا مهمًا في جميع مراحل إدارة الأزمة، بدءًا من مرحلة الاكتشاف وانتهاءً بمرحلة التعافي.

وعملت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) على دعم جهود إدارة أزمة (كوفيد-19) في جميع مراحلها، حيث أسهمت في مرحلة الاكتشاف في التعرف على الحالات الأولى من الإصابة بفيروس كورونا المستجد. وفي مرحلة الوقاية طورت نماذج رياضية تعتمد على البيانات لتوقع أعداد الحالات المصابة في المملكة. وفي مرحلة الاستجابة طورت منظومة (توكلنا) لتعزيز الإجراءات الاحترازية وإدارة التصاريح إلكترونياً في أثناء فترة حظر التجول، بالإضافة إلى تطوير تطبيق (تباعد) الذي يساعد على تقفي المخالطين والحد من نقل العدوى، وكذلك أسهمت منصة (بروق) في تمكين عقد الاجتماعات القيادية عن بُعد بطريقة مرئية وآمنة. أما في مرحلة التعافي فقد جرى توسعة نطاق منظومة (توكلنا) لتشمل خدمات عديدة في مجالات مختلفة يستفيد منها جميع المواطنين والمقيمين، بالإضافة إلى عقد القمة العالمية للذكاء الاصطناعي لاستشراف الآفاق المستقبلية، وتدشين الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي.

وفي ظل الدعم اللامحدود الذي تحظى به سدايا وغيرها من القطاعات الحكومية والخاصة من قبل خادم الحرمين الشريفين وولي عهده الأمين، سنعمل جاهدين — بعون الله ثم بتضافر الجهود الوطنية — على تنفيذ الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي (نُسدي) نحو الريادة العالمية، وتحقيق التطلعات الطموحة في رؤية المملكة 2030.

### الدكتور عبدالله بن شرف الغامدي

رئيس الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي







## ملخص تنفيذي

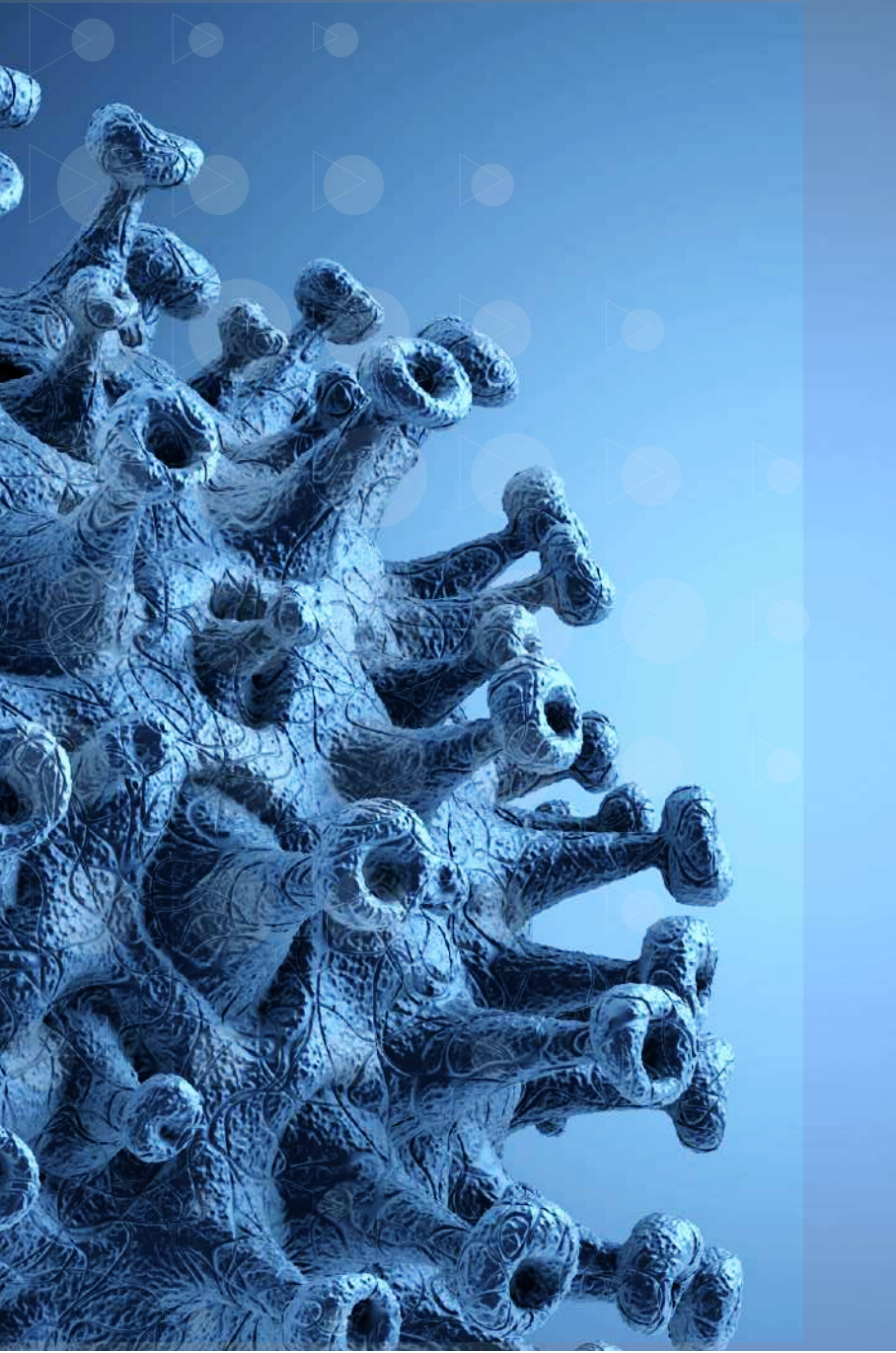
إدارة الأزمات بشتى أنواعها من أهم الأولويات الوطنية لحفظ الأرواح والمقدرات في الأوقات العصيبة، وهي من العلوم المهمة للتعامل مع الحوادث الكبيرة، مثل: الكوارث الطبيعية، والجوائح الصحية، حيث تُقسم إدارة الأزمة إلى عدة مراحل مدروسة، لكل مرحلة منها طرق ووسائل للتعامل معها، وبصفة عامة يمكن تقسيم مراحل إدارة الأزمة إلى أربع مراحل: الاكتشاف، والوقاية، والاستجابة، والتعافي.

وفي السنوات الأخيرة برزت أهمية تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في دعم عمليات إدارة الأزمة في جميع مراحلها من خلال توفير المعلومات وتحليلها ودعم اتخاذ القرار، وتبين ذلك جلياً خلال أزمة جائحة (كوفيد-19) حيث أدت هذه التقنيات دوراً محورياً في تعزيز وأتمتة الكثير من المهام، ابتداءً من الاكتشاف، وحتى التعافي.

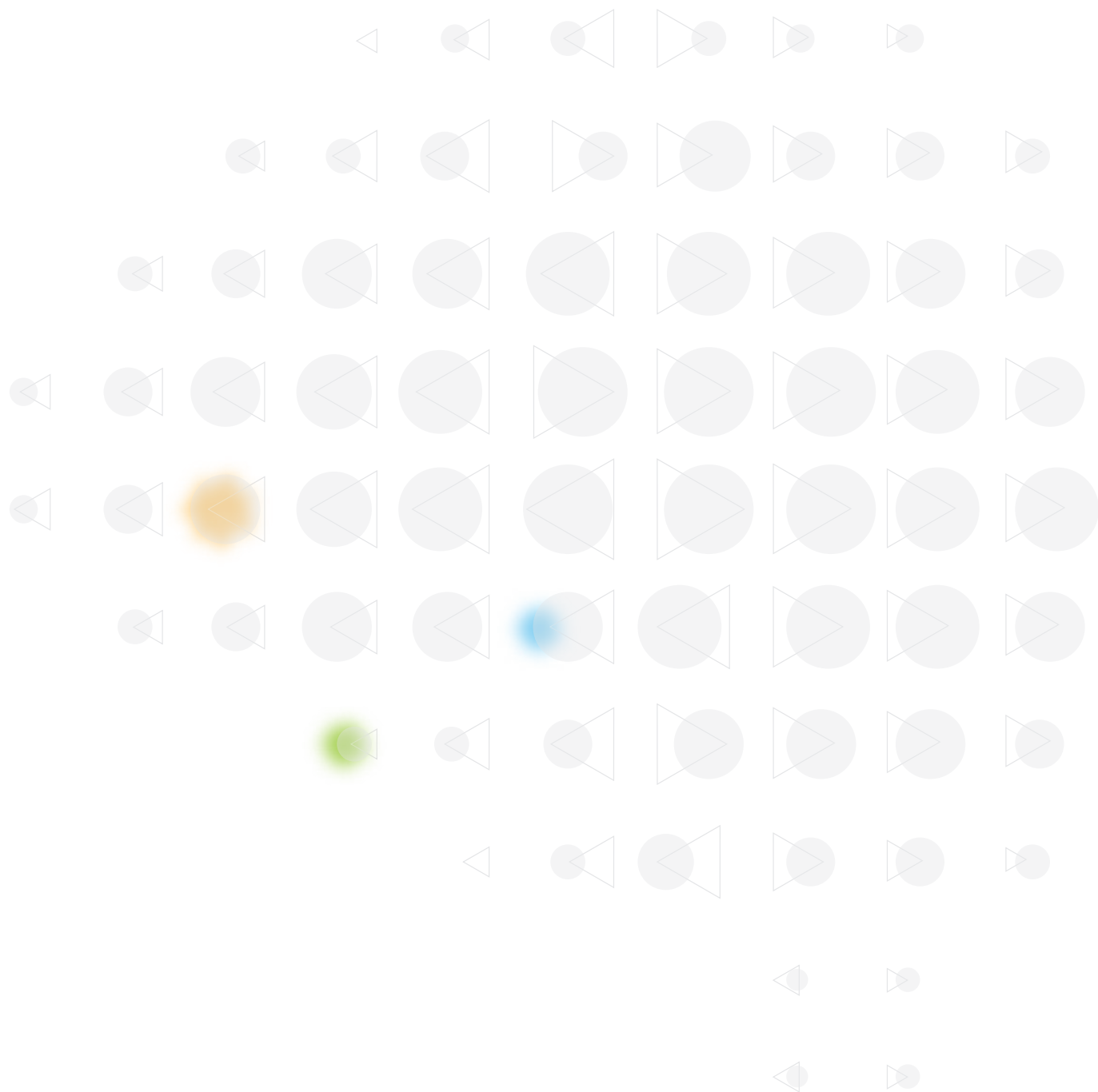
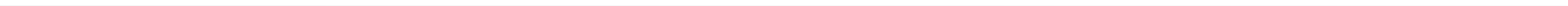
وتهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات الصحية، ومناقشة التطبيقات التي أسهمت في دعم جميع مراحل إدارة الأزمة، والإشارة إلى التحديات التي تواجه تلك التطبيقات، وذلك من خلال إطار عام يغطي أبرز حالات الاستخدام.

وتُقسّم هذه الدراسة تطبيقات البيانات والذكاء الاصطناعي إلى قسمين رئيسيين: تطبيقات لإدارة مراحل الأزمات الصحية، وتتضمن: الاكتشاف، والوقاية، والاستجابة، والتعافي، وتطبيقات لتسريع البحث والابتكار التي تركز على اكتشاف العلاجات واللقاحات، وتسهيل استرجاع المعلومات، بالإضافة إلى توفير القدرة الحاسوبية والمنصات التشاركية.

وخلصت الدراسة إلى أن تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي أسهمت في دعم جميع مراحل إدارة الأزمات الصحية، ففي مرحلة الاكتشاف ساعدت في الإنذار المبكر عن جائحة (كوفيد-19)، بالإضافة إلى تعزيز عمليات التشخيص والفحص، وفي مرحلة الوقاية استُخدمت في عمليات التوقع، كتوقع انتشار الوباء ومناعة القطيع، وتطور حالات المصابين، وكذلك عمليات المراقبة، كتتبع المخالطين، والتأكد من الالتزام بالإجراءات الاحترازية، بالإضافة إلى مكافحة الأخبار والمعلومات الخاطئة، وفهم خطاب الكراهية. أما في مرحلة الاستجابة فقد أدت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي دوراً مهماً في الحد من مخالطة المصابين، وأتمتة المهام الصحية، وتوفير الرعاية الصحية عن بُعد. وأخيراً في مرحلة التعافي جرى استخدامها لمتابعة الوضع الاقتصادي وما يتعلق به من أنشطة.



أما في مجال البحث والابتكار فقد ساعدت تقنيات البيانات و الذكاء الاصطناعي في تسريع عملية اكتشاف العلاج، ومساعدة الباحثين في استرجاع المعلومات الطبية، وإنشاء منصات تشاركية لتبادل التجارب والآراء البحثية.





## محتويات

10	مقدمة	35	أتمتة المهام الروتينية
12	إطار الدراسة	35	توفير الرعاية الصحية عن بُعد
15	إدارة الأزمة	37	مرحلة التعافي
17	مرحلة الاكتشاف	38	المتابعة
18	الإنذار المبكر	41	البحث والابتكار
19	التشخيص	44	اكتشاف العلاجات واللقاحات
19	التشخيص الأولي	44	توقع تركيب البروتين
21	التشخيص التعزيزي	45	فهم طبيعة الفيروس
25	مرحلة الوقاية	48	استرجاع المعلومات الطبية
26	التوقع	52	القدرة الحاسوبية
26	توقع انتشار الوباء	56	المنصات التشاركية
27	توقع مناعة القطيع	59	خلاصة
28	توقع تطور حالات المرضى	63	مراجع
28	المراقبة	74	ملحق أ: ملخص إطار منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية
28	تتبع المخالطين	75	ملحق ب: ملخص إطار جارتنر
30	المتابعة باستخدام الكاميرات	76	ملحق ج: ملخص إطار مجموعة من الباحثين
30	إدارة المعلومات	77	ملحق د: ملخص الربط بين المصادر الثلاث
30	مكافحة الأخبار والمعلومات الخاطئة	78	ملحق هـ: قائمة بأسماء تطبيقات تتبع المخالطين
31	فهم خطاب الكراهية		
33	مرحلة الاستجابة		
34	مكافحة نقل العدوى		
34	التطبيقات الروبوتية الطبية		
34	التطبيقات الروبوتية غير الطبية		

## مقدمة

تعد إدارة الأزمات من العلوم المهمة والحيوية التي تتبناها الدول لمنع أو تقليل الضرر الناتج عن الأزمات بكل صورها، وظهرت أهميتها جلياً في التعامل مع أزمة جائحة (كوفيد-19)، حيث تفاوتت الدول في جاهزيتها وسرعة تجاوبها مع الأزمة. فقد تميزت دول شرق آسيا في إدارتها للجائحة، مستفيدةً من تجربتها السابقة مع متلازمة الشرق الأوسط التنفسية (MERS)، فسنت القوانين وتبنت التقنيات اللازمة لإدارة الأزمة. فمثلاً سارعت كوريا الجنوبية وسنغافورة إلى احتواء الوباء في الأسابيع الأولى من انتشاره، بينما أخفقت دول أخرى في التعامل مع الأزمة مثل ما حدث في إيطاليا<sup>1</sup>.

وفي ظل التطور المتسارع لتقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي أصبح تبنيها في إدارة الأزمات من أهم الأولويات التي ركزت عليها الدول أثناء جائحة (كوفيد-19)، حيث كانت بمثابة التحدي الأكبر لاختبار جدوى استخدام تلك التقنيات في إدارة الأزمات.

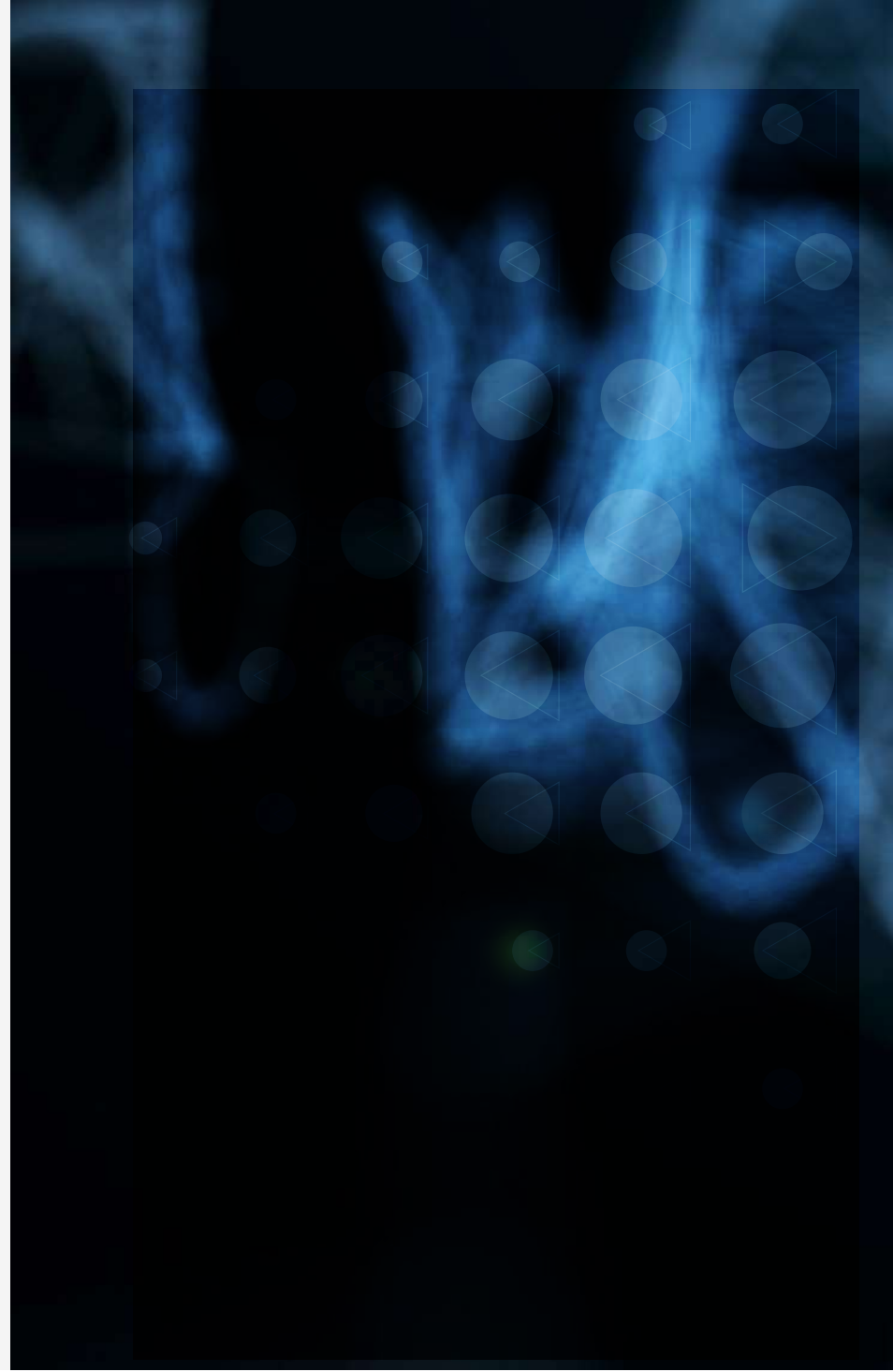
وتهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على الدور الذي أدته تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في مجال إدارة الأزمات الصحية، وذلك من خلال إطار عام يغطي أبرز التجارب العالمية خلال إدارة أزمة جائحة (كوفيد-19) وغيرها من الأزمات الصحية مثل: زيك وإيبولا، ومناقشة أهم التحديات التي واجهت تلك التجارب.

وتتضمن هذه الدراسة قسمين رئيسيين: تطبيقات لإدارة مراحل الأزمات الصحية (الاكتشاف، والوقاية، والاستجابة، والتعافي)، وتطبيقات لتسريع البحث والابتكار (اكتشاف العلاجات واللقاحات، وتسهيل استرجاع المعلومات، وتوفير القدرة الحاسوبية والمنصات التشاركية).



## إطار الدراسة

للوصول إلى إطار شامل لدور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات الصحية، اعتمدت هذه الدراسة على ثلاثة مصادر: تقرير صادر عن جارتنر (Gartner) ملخص في **ملحق أ**<sup>2</sup>، وتقرير آخر صادر عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) ملخص في **ملحق ب**<sup>3</sup>، وورقة علمية شارك في إعدادها مجموعة من الباحثين من عدة جهات كمنظمة الصحة العالمية (WHO) وجامعة مونتريال (Universite de Montreal) ومبادرة النبض العالمي للأمم المتحدة (UN Pulse) ملخصة في **ملحق ج**<sup>4</sup>، ومن خلال تحليل المصادر السابقة طورت الدراسة إطارًا عامًا يغطي أبرز حالات الاستخدام لتقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات الصحية كما هو موضح في **جدول 1**، ويمكن الاطلاع على ملخص للربط بين المصادر الثلاثة ومقارنتها في **ملحق د**.





جدول 1: إطار عمل الدراسة





Loading

Structure

DNA

RNA





إدارة الأزمة









## مرحلة الاكتشاف

## مرحلة الاكتشاف

يستعرض هذا القسم دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في مرحلة الاكتشاف من خلال التنبؤ بظهور الأوبئة، وتمييز أنماطها في مراحلها الأولى قبل انتشارها على نطاق واسع وتشمل هذه المرحلة الإنذار المبكر والتشخيص.

**أسهمت سدايا في اكتشاف الحالات الأولى من الإصابة  
بفيروس كورونا المستجد داخل المملكة العربية السعودية**

## الإنذار المبكر

تعد مهمة الإنذار المبكر أولى مهام استشراف الأزمات والتنبؤ بها وذلك استعدادًا لإدارتها بفاعلية عالية، ويتم ذلك من خلال متابعة مصادر البيانات الموثوقة، وإصدار تحذيرات مبكرة عن احتمالية تفشي الوباء، ويمكن استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لأتمتة أنظمة الإنذار المبكر، ورفع كفاءتها ودقة نتائجها.

## حالات الاستخدام

طورت شركة بلو دوت (BlueDot) خوارزميات ذكاء اصطناعي معتمدة على تقنيات تعلم الآلة (ML) ومعالجة اللغة الطبيعية (NLP) لمراقبة تفشي الأمراض المعدية حول العالم حيث تتابع الشركة أكثر من (100) ألف مصدر للبيانات بعدة لغات، بما في ذلك: مصادر الأخبار، ومبيعات تذاكر الطيران، والبيانات الديموغرافية، والبيانات المناخية، وتعداد الحيوانات<sup>5</sup>، واستطاعت هذه الخوارزميات اكتشاف تفشي فيروس كورونا المستجد في مدينة ووهان الصينية وإرسال تحذير مبكر لعملاء الشركة قبل إعلان منظمة الصحة العالمية بتسعة أيام، كما حددت الشركة المدن الأكثر تعرضًا لخطر تفشي الفيروس تبعًا<sup>6</sup>، وسبق أن توقعت الشركة انتشار فيروس زيكا في ولاية فلوريدا الأمريكية قبل انتشاره بستة أشهر<sup>5</sup>.

واستطاعت شركة ميتابايوتا (Metabiota) توقع الدول الأكثر عرضة للإصابة بفيروس كورونا المستجد، من ضمنها: تايلاند، وكوريا

الجنوبية، واليابان، وتايوان، من خلال معالجة بيانات الرحلات الجوية، وذلك قبل الإبلاغ عن أي حالة في تلك البلدان بأكثر من أسبوع<sup>7</sup>.

وفي مستشفى بوسطن للأطفال طور باحثون نظامًا لتتبع انتشار الأمراض والأوبئة باستخدام الذكاء الاصطناعي أطلق عليه هيلث ماب (HealthMap) حيث يعتمد النظام على مصادر بيانات متنوعة لتحديد العلامات المبكرة لانتشار المرض وقياس ردة فعل العامة مثل: البيانات من عمليات البحث، ووسائل التواصل الاجتماعي والمدونات، والتقارير الأخبارية، ومصادر الأخبار الأخرى، ويمكن النظام من التنبيه بظهور فيروس كورونا المستجد في الأيام الأولى من انتشاره<sup>8</sup>.

## تحديات حالية

وعلى الرغم من الإمكانيات الجيدة التي قدمتها تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في اكتشاف الأمراض والتنبؤ بها، إلا أن هذه التقنيات تواجه عددًا من التحديات، من أبرزها صعوبة الحصول على بيانات موثوقة ودقيقة، وخاصة في أوقات الأزمات حيث تكثر البيانات ويصعب تمييز البيانات الصحيحة من الخاطئة. إضافة إلى ذلك ما زالت بعض هذه التقنيات أقل دقة في تقييم بعض الأمراض وتقديم التفاصيل اللازمة. فعلى سبيل المثال: أرسل نظام هيلث ماب (HealthMap) تنبيهًا بشأن حالات التهاب رئوي غير معروفة في مدينة ووهان؛ لكنه صنف خطورته بثلاثة من أصل خمسة، وبعد عدة أيام أدرك الباحثون مخاطر تفشي المرض الجديد، وفي المقابل أنتج برنامج مراقبة الأمراض المستجدة برومد (ProMed) المعتمد على مجموعة من المتخصصين في الصحة البشرية والحيوانية والبيئية تحذيرًا مفصلًا يتنبأ بآثار ونتائج انتشار الوباء، وذلك بعد نصف ساعة من إرسال نظام هيلث ماب لتنبيهه<sup>8</sup>.

ومن التحديات التي تواجه تبني تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في اكتشاف الأمراض الجديدة اعتماد هذه التقنيات على بيانات

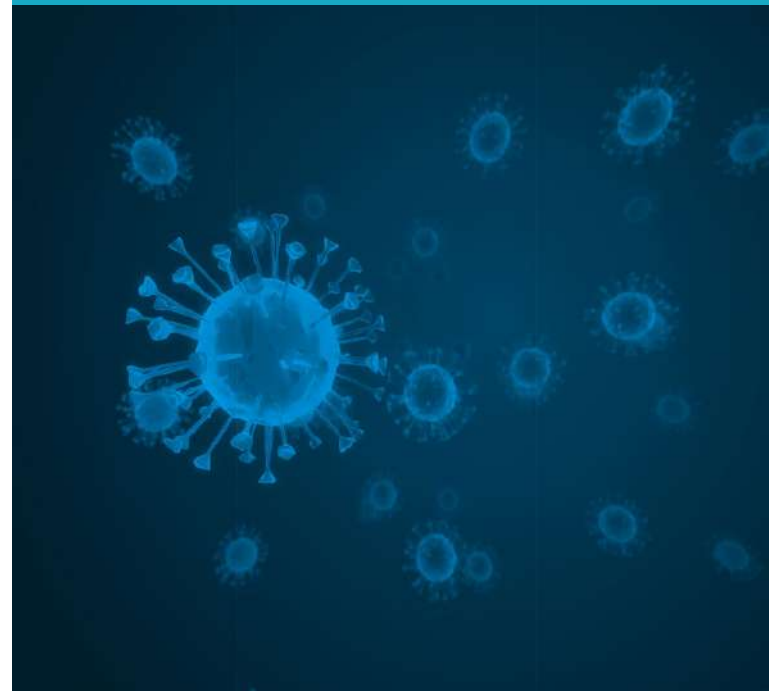
## التشخيص الأولي

يهدف التشخيص الأولي إلى فرز الأفراد المشتبه بإصابتهم بالفيروس عن طريق كشف أعراض الإصابة؛ كارتفاع درجة حرارة الجسم، أو السعال الجاف، أو انعدام حاستي الشم والذوق. ويمكن استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في الكشف عن هذه الأعراض وتوجيه الأشخاص المشتبه في إصابتهم للمراكز الطبية، دون الحاجة إلى المخالطة أو الملامسة، مما يساعد على حماية الممارسين الصحيين من خطر الإصابة بالعدوى، إضافة إلى ذلك يمكن الكشف على مجموعة كبيرة من الأفراد في الوقت نفسه.

## حالات الاستخدام

مكنت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (KACST) بعض أمانات المناطق من استخدام طائرات الدرونز المزودة بتقنية المسح الجوي عبر كاميرات حرارية حديثة تعمل على مراقبة درجة حرارة المتسوقين والباعة في الأسواق المركزية، ويمكن للدرونز فحص درجة حرارة الجسم داخل الحشود والمجموعات البشرية في المناطق المفتوحة، وتحديد الأشخاص الذين يعانون من ارتفاع درجة الحرارة آلياً<sup>10</sup>، وتقدم شركة فليير سيستمز (FLIR Systems) حلاً للتشخيص الأولي باستخدام كاميرات حرارية معززة بالذكاء الاصطناعي، ويمكن لهذه الكاميرات تشخيص الأفراد الذين يعانون من ارتفاع في درجات الحرارة<sup>11</sup>، فخلال الجائحة استخدمت عدد من مراكز التسوق في ولايتي جورجيا وأتلانتا هذه الكاميرات لفحص درجة حرارة الزبائن وإعلام الموظفين عند اكتشاف أي اشتباه<sup>12</sup>. كما طورت شركة بايدو (Baidu) نظاماً لمراقبة درجة حرارة المارة وجرى استخدامه في إحدى محطات سكة الحديد في الصين، حيث يمكنه فحص ما يصل إلى (200) شخص في الدقيقة الواحدة دون الحاجة إلى لمس الركاب<sup>13</sup>، كما طورت شركة مايكروملتي كوبر (Micro-MultiCopter) طائرات درونز مزودة بكاميرات حرارية تقوم بمسح ميداني لاكتشاف الأفراد الذين يعانون من ارتفاع في درجات الحرارة<sup>14</sup>، وطورت أيضاً شركة دراغنفللي (Draganfly) طائرات

سابقة قد لا تعكس الأنماط الجديدة المرافقة للمرض، على سبيل المثال أحدثت جائحة (كوفيد-19) تغيرات في الحياة اليومية مثل التغيرات في أنماط الاستهلاك، وسلوك التنقل، والأولويات الطبية مما شكّل تحدياً أمام نماذج الذكاء الاصطناعي؛ لأن المستقبل انحرف عن الماضي فلم يعد متبعاً الأنماط نفسها. وعند سؤال خبير الذكاء الاصطناعي (Kai-Fu Lee) عن تقييمه لأداء الذكاء الاصطناعي في جائحة (كوفيد-19) كان تقييمه جيد منخفض (B-)، وذلك بسبب النمط الجديد للجائحة وعدم توفر البيانات الكافية لتفعيل دور الذكاء الاصطناعي بوجه كامل<sup>9</sup>.



## التشخيص

يعد التشخيص من أهم المهام في اكتشاف الأمراض وفهم طبيعة انتشارها؛ إذ إن القدرة على التشخيص السريع والدقيق للحالات المرضية يساهم وبصفة فاعلة في السيطرة عليها والحد من انتشارها. ويمكن تقسيم دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في مهمة التشخيص إلى قسمين: التشخيص الأولي والتشخيص التعزيزي.

ومن التطبيقات المستخدمة في تشخيص المصابين تقنيات المحادثة الآلية (chatbot)، حيث جرى استخدامها في طرح استفسارات طبية لتقييم الحالة، مما ساعد في تقديم خدمات التشخيص الأولي لعدد كبير من المستخدمين بطريقة آلية. فعلى سبيل المثال، تعاونت الحكومة الفرنسية مع شركة كليفي (Clevy) لتقديم برنامج محادثة آلي (chatbots) للإجابة عن استفسارات المستخدمين حول أعراض الإصابة بفيروس كورونا المستجد، وجرى تغذية البرنامج بمعلومات موثوقة من الحكومة الفرنسية ومنظمة الصحة العالمية، مما عزز من موثوقية التطبيق حيث تلقى أكثر من (3) ملايين استفسار<sup>23</sup>. وتبنت ولاية واشنطن الأمريكية بالتعاون مع شركة مايكروسوفت (Microsoft) برنامج محادثة آلية للرد على استفسارات المواطنين الصحية مما مكن من إرسال (10) آلاف رسالة شهرياً<sup>24</sup>.

### تحديات حالية

هناك الكثير من التحديات التي تواجه استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في عمليات التشخيص الأولي، ومن ذلك ارتفاع معدلات الإنذار الخاطئ بسبب ظهور بعض الأعراض المشتركة مع أمراض أخرى، مثل الإنفلونزا الموسمية، أو الأعراض التي تصاحب بعض الحالات، مثل ارتفاع درجة الحرارة لدى بعض الحوامل، إضافة إلى ذلك صعوبة الكشف عن درجة حرارة الأجسام المتحركة في الأماكن العامة، لذا اشترطت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أن تكشف تقنيات الكاميرات الحرارية عن الأفراد واحدًا تلو الآخر<sup>12</sup>.

وبالنسبة إلى التطبيقات التي تعتمد على صوت السعال في عمليات التشخيص الأولي، فقد واجهت عددًا من التحديات، من أهمها التأخر في عملية التشخيص بسبب ظهور أعراض السعال في مراحل متأخرة من المرض، بالإضافة إلى الحاجة إلى عينات كبيرة من الأصوات في مرحلة التدريب<sup>25</sup>.

درونز لمراقبة معدلات ضربات القلب ومعدلات التنفس بالإضافة إلى درجات الحرارة<sup>15</sup>، وطورت شركة روكيد (Rokid) نظارات مزودة بالأشعة تحت الحمراء تستخدم الذكاء الاصطناعي لاكتشاف الأشخاص المصابين بالحمى<sup>16</sup>، وزودت حكومة دبي أفراد الشرطة بخوذات ذكية مجهزة بكاميرات حرارية لاكتشاف المصابين بفيروس كورونا المستجد، وبحسب الشركة الصينية كوانكتشي تكنولوجي (Kuang-chi technology) المصنعة لهذه الخوذات، فإنها قادرة على قياس درجة حرارة (100) شخص في دقيقتين<sup>17</sup>. أيضًا قدمت شركة شنزن سمارت درون يو أي في (Shenzhen Smart Drone UAV) طائرات درونز لفحص الحشود وإرسال تنبيهات فورية لفرق المراقبة<sup>14</sup>.

على جانب آخر يعمل باحثون في عدد من الجامعات على استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتشخيص حالات الإصابة بفيروس كورونا المستجد من خلال صوت السعال، إذ يشير تقرير صادر عن منظمة الصحة العالمية أن 67.7% من المصابين يعانون من أعراض السعال الجاف<sup>18</sup>؛ ولذلك أطلق باحثون في مركز الابتكار والتطوير في الذكاء الاصطناعي (سيادة) بجامعة أم القرى دراسة علمية لاكتشاف مصابي فيروس كورونا المستجد من خلال تسجيل صوت السعال، وأنشئ موقع إلكتروني لجمع أصوات السعال المختلفة من متبرعين ومتبرعات بالغين، سواء أكانوا مصابين بفيروس كورونا المستجد أم غيره من أمراض الجهاز التنفسي<sup>19</sup>، كما طور باحثون في جامعة ولاية أوكلاهوما (University of Oklahoma) تطبيقًا أطلق عليه أي آي فور كوفيد-19 (AI4COVID-19) يمكنه إجراء فحص أولي في أقل من دقيقتين عن طريق تحليل صوت السعال<sup>20</sup>، كما يعمل الباحثون في معهد ودواني أي آي (Wadhvani AI) وبالتعاون مع جامعة ستانفورد الأمريكية على بناء مشروع مشابه<sup>21</sup>، وفي الهند قدم باحثون قاعدة بيانات مفتوحة المصدر اسمها كوزورا (Coswara) تحتوي على عينات لأصوات سعال وتنفس لأكثر من (941) شخصًا مصنفةً حسب الجنس والبلد والحالة الصحية<sup>22</sup>.



عن طرق أخرى لتسريع عملية الفحص باستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي. ومن تلك الطرق: استخدام خوارزميات تصنيف الوزن الجزيئي، وخوارزميات تحليل صور الأشعة المقطعية والأشعة السينية<sup>29</sup>.

### حالات الاستخدام

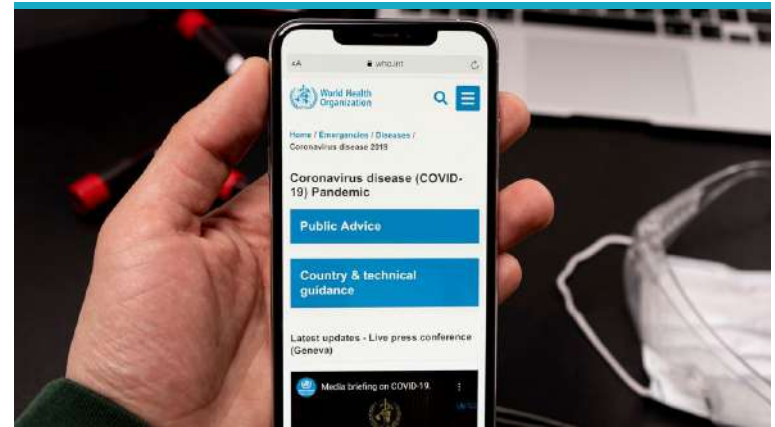
استخدم باحثون خوارزميات التصنيف لتطبيقها على الوزن الجزيئي بهدف الكشف عن احتمالية الإصابة بفيروس زيكا بنسبة حساسية أكبر من 94% ونسبة نوعية أكبر من 82%<sup>30</sup>. كما وجد باحثون في دراسة أجريت على (1014) مريضًا نتائج متطابقة بين تحليل صور الأشعة المقطعية ونتائج فحص بي سي آر (PCR) بنسبة 88%<sup>31</sup>، أيضًا ذكرت دراسة منشورة في مجلة ريديولوجي (Radiology) العلمية نجاح مجموعة من الباحثين في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي للكشف عن احتمالية الإصابة بفيروس كورونا المستجد بنسبة حساسية 90% ونسبة نوعية 96%، وذلك عن طريق معالجة وتحليل صور الأشعة المقطعية للرئة<sup>32</sup>. كما أعلنت شركة علي بابا (Alibaba) تطويرها لنظام تشخيص الأشعة المقطعية قادر على اكتشاف الحالات الإيجابية بدقة تصل إلى 96% خلال (20) ثانية<sup>33</sup>. إضافة إلى ذلك أصدرت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) تصريحًا لشركة بي هولد (Behold) التي تقدم حلاً تقنيًا يعتمد على الذكاء الاصطناعي، ويعمل على تقييم نتائج الأشعة السينية للمساعدة في الكشف بدقة تصل إلى 90.2%<sup>34</sup>. كما رخصت وكالة الصحة والسلامة في الاتحاد الأوروبي (EU-OSHA) لشركة كيور أي آي (Qure.ai) تطوير نظام مماثل وبدقة تصل إلى 95%<sup>35</sup>.

### تحديات حالية

على الرغم من النتائج المشجعة التي حققتها الكثير من طرق التشخيص الطبي باستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي، إلا أن بعض هذه التقنيات تفتقر إلى الشفافية ويجب أن تخضع لمراجعة علمية للتأكد من مصداقية مستوى أدائها. فعلى سبيل

ومن التحديات التي تواجه تقنيات المحادثة الآلية (chatbots) دقة التشخيص واختلاف نتائج التشخيص من تطبيق إلى آخر فقد أظهرت تجربة أجرتها ستات (STAT) لمقارنة ثمانية تطبيقات للمحادثة الآلية أن نتائج التشخيص تباينت بصفة كبيرة من أداة إلى أخرى، وبعضها كانت متناقضة أو مربكة<sup>26</sup>. هذه الدراسة تعيدنا إلى دراسة أجراها باحثون من جامعة هارفارد (Harvard University) في 2015م خلصت إلى أن الأدوات الإلكترونية لفحص الأعراض غالبًا ما تصل إلى استنتاجات خاطئة عند استخدامها في الفرز والتشخيص<sup>27</sup>.

ويتضح من بعض التجارب العالمية أنه لا ينبغي الاعتماد الكامل على مثل هذه التقنيات في اتخاذ القرار النهائي للتشخيص. فعلى سبيل المثال، خلصت وزارة العمل الفرنسية إلى أن الاعتماد على درجة الحرارة لاستبعاد شخص، من المحتمل أن يكون مصابًا، يعد استبعادًا خاطئًا<sup>12</sup>. كما رفضت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) إعطاء ترخيص لتطبيق ريزآب (Resapp) لتشخيص المصابين عن طريق السعال مشيرة إلى أنه ينبغي إثبات أن فوائد استخدام التطبيق تفوق مخاطره<sup>28</sup>.



### التشخيص التعزيزي

يعد فحص بي سي آر (PCR) الطريقة الرئيسية لتشخيص المصابين بفيروس كورونا المستجد وفيروس زيكا، إلا أن من عيوب هذه الطريقة طول وقت التحليل؛ ولذلك اتجه الباحثون إلى البحث



المثال: التقنية التي أعلنت عليها شركة علي بابا لتشخيص الأشعة المقطعية لم تُنشر تفاصيل اختبار أدائها في ورقة علمية محكمة<sup>36</sup>. وتشير دراسة إلى إمكانية انخفاض دقة نماذج الذكاء الاصطناعي بنسبة 10% عند الانتقال من البيئة التطويرية إلى البيئة التطبيقية<sup>37</sup>.

ومن التحديات التي تواجه تقنيات تشخيص الأشعة، التحيز في التشخيص بسبب ضعف شمولية بيانات التدريب. الأمر الذي دعا جمعية الأشعة في أمريكا الشمالية (RSNA) والكلية الأمريكية للأشعة (ACT) بتوجيه خطاب انتقادي إلى هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) على إثر إقامتها ورشة تعريفية حول دور الذكاء الاصطناعي في التصوير الإشعاعي، منتقدين فيه استخدام مثل هذه التقنيات لأتمتة عملية التشخيص بصفة كاملة ؛ ومطالبين باستخدامها كمعزز لفني الأشعة لا بديلاً عنه<sup>38</sup>.











## مرحلة الوقاية

## مرحلة الوقاية

شهدت إجراءات الوقاية الصحية تغيّرات مهمة مع انتشار فيروس كورونا المستجد، كما ظهرت عدة من المحاولات لفهم كيفية انتقال الفيروس، وتأثيره على التركيبة السكانية والإمكانات الصحية. يستعرض هذا القسم دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة، ويشمل: التوقع، والمراقبة، وإدارة المعلومات.

**طورت سدايا نماذج رياضية تعتمد على البيانات لتوقع أعداد الحالات المصابة في المملكة العربية السعودية**

### التوقع

برزت الكثير من المحاولات للتعرف على أكبر قدر من المعلومات حول فيروس كورونا وطرق انتقاله وأمثلة السبل للتعامل معه، وُبنيت نماذج باستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتقديم توقعات حول انتشار الوباء، ومناعة القطيع، وفرز نتائج المرضى وتوقع تطور حالتهم.

### توقع انتشار الوباء

تهدف مهمة توقع انتشار الوباء إلى التنبؤ بطريقة دقيقة بالإحصاءات الصحية المرتبطة بالوباء، مثل حالات الإصابة المؤكدة أو الحرجة وحالات التعافي ومعدل الوفيات؛ مما يعطي تصورات مستقبلية تساعد في اتخاذ التدابير الاحترازية اللازمة، كفرض الحجر المنزلي وحاجة القطاع الصحي إلى لدعم المادي، وللحصول على توقعات أكثر دقة تزود النماذج ببيانات متنوعة، مثل: البيانات الديموغرافية والأوبئة السابقة، وحركة المرور والتنقل، وسعة المستشفيات، والإجراءات الاحترازية.

### حالات الاستخدام

طوّر باحثون من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (KACST) نموذجًا لمحاكاة انتشار فيروس كورونا المستجد، يعتمد على تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الضخمة ومحاكاة ديناميكية حركة الأفراد داخل المدن، وأشار الباحثون إلى

أن النموذج أثبت علميًا أن التدابير الوقائية والإجراءات الاحترازية لمكافحة الفيروس في مدينة الرياض حدت كثيرًا من عدد الإصابات والوفيات داخل العاصمة<sup>39</sup>. وقدّم باحثون في جامعة كارنيجي ميلون (Carnegie Mellon University) نموذجًا لتوقع حالة الوباء حتى أربعة أسابيع قادمة، بالإضافة إلى توقع موعد ذروة الوباء والحد الأقصى لعدد الحالات، وذلك عن طريق تدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي على البيانات التاريخية الخاصة بانتشار الإنفلونزا الموسمية خلال السنوات العشرين الماضية<sup>40</sup>، كما طور باحثون في جامعة ووهان (Wuhan University) نماذج لتوقع العدد الإجمالي للحالات المؤكدة، وذلك بدمج ثلاث تقنيات للذكاء الاصطناعي وتدريبها على بيانات انتشار الإنفلونزا الموسمية خلال السنوات الثماني الماضية<sup>41</sup>. كما استخدم باحثون في جامعة قوانغزو (Guangzhou University) الذكاء الاصطناعي لتطوير نموذج للتنبؤ بذروة الجائحة في الصين، حيث جرى تدريب هذا النموذج على بيانات انتشار فيروس سارس، وهو من عائلة الفيروسات التاجية نفسها التي ينتمي إليها فيروس كورونا المستجد<sup>42</sup>. وطور باحثون في جامعة تكساس سان أنتنيو (University of Texas, San Antonio) نموذجًا هجينًا لتعلم الآلة أطلقوا عليه (SIRNet) بهدف توقع معدل انتشار فيروس كورونا المستجد ومدى تأثير السياسات المختلفة للتباعد الاجتماعي، وذلك عن طريق الدمج بين النماذج الوبائية التقليدية وبيانات الهاتف المحمول وبيانات الكثافة السكانية والعديد من البيانات الأخرى<sup>43</sup>، وفي جامعة كامبريدج (University of Cambridge) قام باحثون بمحاكاة أثر ارتداء الكمامات على انتشار الوباء وخلصت الدراسة إلى أنه في حال ارتداء الكمامات من قبل 50% من الأفراد في الأماكن العامة، فإن ذلك سيسهم وبصفة كبيرة في تسطيح منحنى الانتشار<sup>44</sup>، وفي بداية انتشار فيروس كورونا المستجد، قدمت شركة بي دبليو سي (PwC) الاستشارية نموذجًا لتوقع مدى انتشار الفيروس في الولايات المتحدة الأمريكية، مما ساعد في رفع درجة تأهب القطاع الصحي وتوقع الحاجة إلى وحدات العناية المركزة وأجهزة التنفس<sup>45</sup>.

## تحديات حالية

وعلى الرغم من من الفوائد الكبيرة التي قدمتها تقنيات التوقع باستخدام الذكاء الاصطناعي، إلا أنها تعجز عن استيعاب وتحليل جميع البيانات والمتغيرات، فمثلاً توقع أحد النماذج الصادرة من (Imperial College) حدوث (2.2) مليون حالة وفاة في الولايات المتحدة الأمريكية دون الأخذ بعين الاعتبار التدابير الوقائية التي جرى تطبيقها<sup>46</sup>.

كما تعاني الكثير من تقنيات توقع انتشار الوباء باستخدام الذكاء الاصطناعي من عدم إشراك المتخصصين عند تطويرها، ونتيجة لهذا النقص تنتهي بعض المشاريع إلى نماذج إحصائية مقاربة لما هو متعارف عليه لدى خبراء المجال. على سبيل المثال قارن باحثون من اليابان بين نماذج التعلم الآلي وبعض النماذج الحسابية للتنبؤ بمعدل انتشار الوباء ووجدوا أنه وبالرغم من أن نماذج التعلم الآلي يمكن اختبارها بصورة أسرع من النماذج الحسابية، إلا أن النماذج الحسابية تتميز بكونها أكثر متانة عند اختبارها على مجموعات البيانات المختلفة<sup>47</sup>.



## توقع مناعة القطيع

مناعة القطيع (Herd Immunity) مفهوم يستخدم في مجال التطعيم، وتحصل عندما يكون جزء كبير من سكان منطقة ما محصناً ضد مرض معين. وتختلف نسبة الأشخاص المحصنين من أجل تحقيق مناعة القطيع ضد مرض معين باختلاف المرض ويمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتوقع الوصول إلى مناعة القطيع من خلال تحليل بيانات المتعافين.

## حالات الاستخدام

طور علماء في جامعتي نوتنجهام (Nottingham) وستوكهولم (Stockholm) نموذجاً رياضياً يعتمد على البيانات لدراسة إمكانية تقليل النسبة المطلوبة للوصول إلى مناعة القطيع، وتوصل الباحثون إلى إمكانية تقليل النسبة من 60% إلى 43% من المجموعة السكانية، وذلك عن طريق إدراج عامل درجة النشاط بين الأفراد<sup>48</sup>. وفي الصين استخدم باحثون تحليل البيانات لتوقع معامل انتشار المرض بين الأفراد " $R_t$ " - الذي يعد المقياس العلمي لمتابعة مناعة القطيع - ومن ثم حسبوا المستوى الأدنى لمناعة القطيع في المجتمع<sup>49</sup>، وطور باحثون صينيون نماذج محاكاة لتوضيح العلاقة بين مناعة القطيع وشدة الإجراءات الاحترازية حيث خلصت الدراسة إلى أنه في حال ارتفع معامل الانتشار بين الأفراد " $R_t$ " عن 1 لمدة طويلة مع عدم اكتساب المجتمع مناعة القطيع؛ فإن ذلك سيكون له انعكاسات سلبية على الصعيد الصحي والاقتصادي، حتى لو فرضت بعض الإجراءات الاحترازية<sup>50</sup>، كما طور باحثون من هولندا نموذجاً لدراسة وتوقع مناعة القطيع وتقديم استراتيجية لتطبيق مناعة القطيع والخروج من الأزمة، ولكنها تطلبت فرض تدابير صارمة<sup>51</sup>.

## تحديات حالية

توقع مناعة القطيع ونتائجها من الموضوعات التي تواجه عدداً من التحديات، وخاصة مع مخاطر تطبيق استراتيجية مناعة التغطية على المسنين وذوي الأمراض المزمنة. ويكمن التحدي الأكبر في تباين نتائج النماذج المختلفة للتوقع بسبب اختلاف البيانات والمعايير التي يعتمد عليها كل نموذج. فمثلاً توقع أحد النماذج التي طورتها جامعة أمبيريال كولج (Imperial College) أن الولايات المتحدة الأمريكية ستواجه أكثر من (2.2) مليون حالة وفاة في حال اعتمادها لمناعة القطيع، بينما جاءت النماذج اللاحقة لتتوقع عدداً أقل بكثير من الوفيات كنموذج معهد آي أتش إم إي (IHME) التابع لجامعة واشنطن للقياسات الصحية، ويبقى التحدي "ما النموذج الذي يمكننا الوثوق به؟"<sup>46</sup>.



## المراقبة

لحد من انتشار فيروس كورونا المستجد نشأت الحاجة إلى فرض إجراءات وقائية من خلال تتبع المصابين والتأكد من الالتزام بالإجراءات الاحترازية. ولذلك توجهت عددٌ من الدول إلى تطوير تطبيقات تساعد على تتبع المصابين والمخالطين لهم، بالإضافة إلى استخدام أنظمة المراقبة بالكاميرات لضمان الالتزام بالإجراءات الاحترازية كلبس الكمامات والتباعد الاجتماعي.

أطلقت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) بالتعاون مع وزارة الصحة تطبيق (تباعد) لمساعدة المستخدمين في تلقي تنبيهات في حال مخالطتهم لشخص مصاب بالفيروس، وتُعد السعودية ثالث دولة على مستوى العالم تطلق تطبيقًا يعتمد على هذا النظام

## تتبع المخالطين

لجأت العديد من الدول إلى تتبع الأفراد المخالطين لحالات ثبتت إصابتها بالفيروس؛ من أجل عزلهم وتوجيههم للفحص الطبي للتأكد من سلامتهم، في البداية كانت هذه المهمة تتم بطريقة يدوية، بل أصبحت من أكثر الوظائف طلبًا في بعض الدول<sup>55</sup>؛ لكن مع انتشار الوباء وازدياد أعداد المصابين كان لابد من أتمتة هذه العملية، ولذلك توجهت الكثير من الدول إلى إطلاق تطبيقات للهواتف الذكية، ومتابعة بيانات تنقل المواطنين وبيانات التسوق، ومن ثم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل هذه البيانات.

## توقع تطور الحالات المرضية

يعد التنبؤ بالمضاعفات المحتملة للمرضى أمرًا بالغ الأهمية للتحضير والتخطيط والتحسين في الأنظمة الصحية في أثناء الأزمات. ويتطلب ذلك معرفة العوامل التي تعرّض المرضى لانتكاسة صحية، أو الإصابة بمتلازمة الضائقة التنفسية الحادة (ARDS)، أو فشل الجهاز التنفسي والوفاة، وظهرت الكثير من التجارب التي استخدمت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لفرز المرضى بناءً على بياناتهم الطبية، وفي التنبؤ بكيفية تطور حالات المرضى.

## حالات الاستخدام

تقدم شركة إيبك (Epic) المتخصصة في أنظمة السجلات الطبية الإلكترونية منتجًا يعتمد على الذكاء الاصطناعي في توقع تدهور حالة المريض بفيروس كورونا المستجد حيث يعطي المريض تقييمًا يتراوح من (0) إلى (100) حسب شدة خطورة حالته<sup>52</sup>. وفي المركز الطبي لجامعة شيكاغو (University of Chicago Medical Center) يجري تحديث نظام إي كارت (eCART) الذي يعتمد على الذكاء الاصطناعي ليصبح قادرًا على التنبؤ بالمضاعفات المحتملة لمرضى فيروس كورونا المستجد؛ ويجري استخدام النظام في أكثر من (20) مستشفى حول الولايات المتحدة الأمريكية<sup>53</sup>، وفي جنوب إفريقيا تُستخدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي في فرز البيانات الإدارية من أجل توقع مدة إقامة المريض تحت الملاحظة والرعاية الصحية<sup>54</sup>.

## تحديات حالية

تواجه هذه التطبيقات عقبات كبيرة كالتحيز، خصوصًا مع عدم وجود بحوث علمية محكمة تدعم ادعاءات دقة نتائجها، كما تحول خصوصية البيانات دون إمكانية جمع بيانات كافية لخوارزميات التدريب؛ لذلك تتحفظ بعض الجهات التنظيمية من منح الموافقات لمشاركة البيانات بهدف تطوير هذه التقنيات حتى في حالة تسمية البيانات وإخفاء هويات أصحابها<sup>35</sup>.

## حالات الاستخدام

طورت عددٌ من الدول تطبيقات للهواتف المحمولة بهدف تتبع المصابين وتنبيه المخالطين. وتختلف تلك التطبيقات من دولة إلى أخرى من ناحية التقنيات المستخدمة وطريقة تخزين البيانات. وتعاونت شركتا جوجل (Google) وأبل (Apple) لبناء نظام تقني يتيح تطوير تطبيقات لتتبع المخالطين باستخدام البلوتوث مع حفظ بيانات المستخدمين في أجهزتهم، وفي هذا السياق أطلقت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) بالتعاون مع وزارة الصحة تطبيق (تباعِد) لمساعدة المستخدمين في تلقي تنبيهات في حال مخالطتهم لشخص مصاب بالفيروس، وتعد السعودية ثالث دولة على مستوى العالم تطلق تطبيقًا يعتمد على هذا النظام. بينما طورت دول أخرى كفرنسا وبريطانيا تطبيقاتها الخاصة لتتبع المخالطين ولم تلتزم ببروتوكولات شركتي جوجل (Google) وأبل (Apple) حيث تُحفظ البيانات في قاعدة بيانات مركزية<sup>56</sup>، وفي الصين استخدمت السلطات بيانات مواقع الهواتف المحمولة لتتبع الآلاف من السكان الذين غادروا ووهان إلى مدن أخرى خلال عطلة رأس السنة القمرية الصينية حيث طُلب منهم عزل أنفسهم لمدة أسبوعين، واستخدمت السلطات سجلات السفر والكاميرات الأمنية لتتبع المخالطين<sup>57</sup>، وتفاوتت الدول في استجابة الأفراد لاستخدام تطبيقات تتبع المخالطين، فعلى سبيل المثال وصلت نسبة المستخدمين في أيسلندا إلى 40% تقريبًا، بينما وصلت نسبة المستخدمين في الفلبين وقبرص إلى 1% فقط. ولجأت بعض الدول إلى إلزام مواطنيها بتحميل تطبيقات تتبع المخالطين مثل ما حدث في قطر وتركيا<sup>57,58</sup>، ويمكن الاطلاع على قائمة مفصلة للدول التي أطلقت تطبيقات تتبع المخالطين في

ملحق هـ<sup>59</sup>.

## تحديات حالية

تشير دراسة صادرة من جامعة أوكسفورد (Oxford University) إلى أن انخفاض تبني الأفراد لهذه التطبيقات يستلزم اللجوء إلى

إجراءات وقائية أخرى مثل التباعد الاجتماعي، وتتبع المخالطين يدويًا<sup>58</sup>، وفي هذا السياق صدرت دراسة من جامعة لندن كولج (University College London) تؤكد ما خلص إليه الباحثون في الدراسة السابقة أن الأدوات الرقمية هي معززة للجهود البشرية ولا يمكن أن تحل محلها<sup>60</sup>، وانتقد المراقبون تطبيقات تتبع المخالطين في فرنسا وأستراليا لعدم نجاحها في إرسال أي إشعارات بالاختلاط حتى الآن مما قد يعني عدم جدواها<sup>61</sup>.

ومن التحديات التي تواجه هذه التطبيقات، اعتمادها على بيانات الموقع الجغرافي للأفراد، ويعد ذلك مخالفة قانونية في دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية<sup>62</sup>، وقد طُرحت فكرة التغاضي عن موضوع حماية البيانات وخصوصيتها مؤقتًا حتى تجاوز الجائحة، لكن يخشى المراقبون أن يُستغل هذا التغاضي كما استُغلت قوانين مكافحة الإرهاب (PATRIOT ACT) التي سُنت في الولايات المتحدة الأمريكية في أعقاب الهجمات الإرهابية في الحادي عشر من سبتمبر من العام 2001م، حيث استُغلت في التجسس على المكالمات الهاتفية للشعب الأمريكي<sup>63</sup>. ومن التحديات أيضًا أن بعض فئات المجتمع قد لا تستطيع استخدام مثل هذه التطبيقات، مثل كبار السن والأطفال والمعاقين ومحدودي الدخل. ومن التحديات أيضًا، صعوبة تحديد المخالطة بدقة وخاصة عند وجود حواجز أو جدران زجاجية تعيق انتقال الفيروس، وكذلك تحديد مدة المخالطة أو قربها وبعدها، وينتج عن ذلك إرسال إشعارات وتنبيهات قد لا تكون ضرورية<sup>64</sup>.







## إدارة المعلومات

في فترة انتشار الوباء ظهرت الكثير من الأخبار والمعلومات الخاطئة التي أثرت سلبًا في المجتمعات، خاصة مع تصاعد خطاب الكراهية تجاه المجتمعات الصينية والشرق آسيوية، وأدت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي دورًا محوريًا في مواجهة هذه التحديات.

## مكافحة الأخبار والمعلومات الخاطئة

على صعيد الأمن الاجتماعي رافق جائحة (كوفيد-19) انتشار معلومات مغلوطة وأخبار خاطئة، أو ما أصبح يطلق عليه "الوباء المعلوماتي"، التي تُعرّفها منظمة الصحة العالمية بـ "وفرة كبيرة في المعلومات — بعضها دقيق وبعضها غير دقيق — مما يجعل من الصعب العثور على مصادر وإرشادات موثوقة عند الحاجة إليها"<sup>71</sup>. ونظرًا إلى تأثيرها السلبي على المجتمعات لجأت عددٌ من الجهات إلى تبني تطبيقات البيانات والذكاء الاصطناعي في مواجهة هذه الظاهرة.

## حالات الاستخدام

في نيويورك بالتعاون مع شركة آي بي أم (IBM) أُطلق تطبيق الرد الآلي التفاعلي للإجابة عن الأسئلة الشائعة حول أعراض فيروس كورونا وعن كيفية إجراء اختبار الكشف عن الفيروس، وتميز هذا التطبيق بالقدرة على تحديث بياناته بأسلوب مستمر<sup>72</sup>، كما طبقت الحكومة الهندية وبالتعاون مع شركة فيسبوك (Facebook) الفكرة نفسها باستخدام تطبيق الواتساب<sup>73</sup>، واستطاعت شركة بلاك بيرد أي آي (Blackbird.AI) باستخدام خوارزميات تحليل اللغة الطبيعية

## المتابعة باستخدام الكاميرات

لم يكن ضبط الالتزام بالإجراءات الاحترازية من المهام المعتادة للقطاعات الحكومية؛ مما خلق تحديات جديدة في أثناء الجائحة، لذا لجأت جهات حكومية لاستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتحليل صور الأشخاص في الأماكن العامة والتأكد من تطبيق الإجراءات الاحترازية كالتباعد الاجتماعي، وارتداء الكمامة، وإرسال التنبيهات والتحذيرات للمخالفين.

وقد طورت شركة لاندنج أي آي (Landing AI) نموذج ذكاء اصطناعي مفتوح المصدر يعتمد على معالجة وتحليل الصور مباشرة، ثم قياس المسافات بين الأفراد<sup>65</sup>، وتدرس هيئة النقل المدني في نيويورك نقل تجربة الحكومة الفرنسية بتبني تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لمتابعة مدى التزام الأفراد بلبس الكمامات<sup>66</sup>، وطوّرت شركة سينستاييم (SenseTime) بالتعاون مع باحثين في جامعة ووهان (Wuhan University) نظامًا لفحص وجوه الأشخاص وتنبيه غير الملتزمين بلبس الكمامة<sup>67</sup>، وعلى صعيد آخر خلق لبس الكمامات تحديًا أمنيًا جديدًا، أمام تقنيات التعرف على الوجوه، ولذا توجهت عدة شركات تقنية إلى تطوير تقنيات قادرة على التعرف على الوجوه حتى مع وجود الكمامات، ووصلت دقة بعض تلك التقنيات إلى 96%<sup>68</sup>.

## تحديات حالية

تواجه تقنيات المتابعة الآنية باستخدام الكاميرات عددٌ من التحديات في الجوانب التشريعية والقضايا الأخلاقية المرتبطة بالتحيز نحو فئة معينة أو جنس معين. ولذلك تراجعت الشركات الأمريكية أمازون (Amazon) وآي بي أم (IBM) ومايكروسوفت (Micro-soft) عن تزويد الجهات الأمنية بخدمات التعرف على الوجه بسبب الانتقادات الواسعة التي لاقتها هذه التقنيات<sup>69</sup>. ومن جانب آخر، فهذه التقنيات عرضة لبعض الهجمات الخداعية، حيث بيّن باحثون في شركة مكافي (McAfee) أنه يمكن خداع هذه التقنيات من خلال التغيير في الصورة بصورة غير ملحوظة للعين المجردة، ولكن يؤثر في قدرة تقنيات التعرف<sup>70</sup>.

## فهم خطاب الكراهية

إلى جانب انتشار المعلومات المضللة والمغلوطة حول الفيروس، تصاعد خطاب الكراهية وخصوصًا نحو المجتمعات الصينية والشرق آسيوية؛ مما أدى إلى ظهور الإساءات اللفظية، بل تعدى الأمر إلى الاعتداءات الجسدية في بعض الحالات كما ذكرت الأمم المتحدة<sup>71</sup>، ولذلك توجهت عددٌ من الجهود إلى استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لدراسة خطاب الكراهية وتحليل انتشاره واقتراح طرق عملية لمكافحته.

## حالات الاستخدام

حلل باحثون من جامعة جورج واشنطن (George Washington University) بيانات مواقع التواصل الاجتماعي لفهم محتوى الكراهية المتعلق بجائحة (كوفيد-19) حيث وصفوا الطرق التي ينتقل بها هذا المحتوى بين القنوات المختلفة، ووجدوا أن خطاب الكراهية في تراكم وتطور متسارع مع مرور الوقت<sup>79</sup>، وفي عمل مشترك بين عدد من الباحثين جمعت بيانات من وسائل التواصل الاجتماعي، للفترة من أكتوبر 2019م إلى مارس 2020م، لدراسة خطاب الكراهية ضد الصين حيث قارنوا النتائج التي توصلوا إليها بالنماذج المدربة على المحتوى المأخوذ من فترة ما قبل جائحة (كوفيد-19) ووجدوا زيادة ملحوظة في المحتوى المعادي للثقافة الصينية<sup>80</sup>، كما جمع باحثون من معهد جورجيا للتقنية (Georgia Institute of Technology) بيانات من موقع التواصل الاجتماعي تويتر (Twitter) وبناء قاعدة بيانات أطلقوا عليها كوفيد-هيت (COVID-HATE) وتُعد اليوم أكبر قاعدة بيانات عن الكراهية ضد آسيا، حيث تحتوي على أكثر من (30) مليون تغريدة وشبكة اجتماعية تضم أكثر من (87) مليون عقدة، وطور الباحثون أداة لتحليل التغريدات التي تحرض على الكراهية، وتوصلوا إلى أن البرامج الآلية (Bots) تشكل 10.4% من ناشري خطاب الكراهية وأنها أكثر صراحة وكراهية مقارنة بالمستخدمين البشر، وأشاروا أيضًا إلى أن الرسائل التوعوية التي تهدف إلى مكافحة التنمر يمكن أن تسهم في تقليل خطاب الكراهية<sup>81</sup>.

(NLP) تطوير منصة لتحليل ما يقارب (50) مليون تغريدة من حوالي (13) مليون مستخدم، والكشفت عن وجود (18) مليون تغريدة تحتوي على معلومات مغلوطة عن فيروس كورونا المستجد<sup>74</sup>، وطور معهد كوميونيلاب (Comunelab) الألماني مرصدًا لتحليل الأخبار التي يجري تداولها في تويتر وتحديد نسبة ما يُنشر من قبل الحسابات الوهمية<sup>75</sup>، كما طور باحثون في معهد ألن للذكاء الاصطناعي (Allen Institute for AI) خوارزمية ذكاء اصطناعي أسموها سايفاك (SciFact) للتأكد من الفرضيات العلمية حول الفيروس حيث تعرض هذه الخوارزمية دلائل بحثية تؤكد أو تعارض أي فرضية يجري تداولها<sup>76</sup>، وتقدم منصة فولفاكت (FullFact) خدمات فحص وتدقيق للادعاءات حول الفيروس<sup>77</sup>.

## تحديات حالية

على الرغم من التطور المتسارع في تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي للكشف عن الأخبار والمعلومات المزيفة، إلا أن هذا التطور أيضًا يقابله تطور متسارع في استخدام هذه التقنيات في نشر الأخبار والمعلومات المزيفة، مما يصعب اكتشافها أو تمييز مصدرها. على سبيل المثال تمثل خوارزميات إنشاء النصوص كخوارزمية (GPT-3) تحديًا كبيرًا أمام تطوير أدوات ذكية لكشف الأخبار المزيفة، لاسيما مع صعوبة التفريق بين مخرجات هذه الخوارزميات وكتابة البشر، إضافة إلى ذلك، تشكل خوارزميات الزيف العميق (DeepFake) أحد التحديات البارزة في مجال مكافحة الأخبار المزيفة، الأمر الذي دعا شركة فيسبوك (Facebook) إلى تخصيص مبلغ مقداره (10) مليون دولار لمكافحة الأخبار المزيفة الناتجة من هذه الخوارزميات<sup>78</sup>.







مرحلة الاستجابة



## مرحلة الاستجابة

تلعب تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي دورًا مهمًا في احتواء الوباء وتحسين تجربة علاج المصابين. وتشمل هذه المرحلة: الحد من الاختلاط، ونقل العدوى، وأتمتة الإجراءات الصحية، وتوفير الرعاية الصحية عن بُعد.

أطلقت سدايا تطبيق (توكلنا) لدعم إدارة التصاريح إلكترونيًا في أثناء فترة منع التجول، وتطبيق (تباعد) للمساعدة في تقفي المخالطين والحد من نقل العدوى، بالإضافة إلى تمكين انعقاد الاجتماعات عالية المستوى عن طريق منصة (بروق)

## مكافحة نقل العدوى

تماشيًا مع الإجراءات الاحترازية لجأت الحكومات والشركات الخاصة إلى استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في عددين الأعمال الطبية وغير الطبية. ففي المجال الطبي أستخدمت الروبوتات في تعقيم الأماكن العامة، ومساعدة الأطباء في المستشفيات، ومعالجة عينات الفحوصات، كما استخدمت كذلك في المجالات غير الطبية كمتابعة الأرفف في قطاع التجزئة، وتوصيل الطلبات في قطاع التغذية.

## حالات الاستخدام

### التطبيقات الروبوتية الطبية

طورت شركة دنماركية روبوتات لتعقيم ممرات وغرف المستشفيات دون تدخل بشري باستخدام الأشعة فوق البنفسجية، وتم تبني هذه الروبوتات في الصين<sup>82</sup>. واستخدمت أحد المستشفيات في مدينة بوسطن (47) روبوتًا مزودًا بالذكاء الاصطناعي لتشخيص المرضى المصابين عن بُعد، مما يوفر الرعاية للمرضى بسرعة مع تقليل الاختلاط بهم<sup>83</sup>. واستخدمت عدة مستشفيات ودور حجر الروبوتات للقيام بتوصيل الإمدادات والوجبات ومراقبة المرضى<sup>84</sup>. واستخدمت شركة مايكروملتي كوبر (MicroMultiCopter) في الصين طائرات بدون طيار لنقل العينات الطبية من مراكز الفحص إلى المختبرات المركزية لتحليلها<sup>85</sup>.

## التطبيقات الروبوتية غير الطبية

تعقد عملاق قطاع التجزئة وولمارت (Walmart) مع شركة برين كورب (Brain Corp) المتخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي لقطاع التجزئة لتزويد (1000) فرع من أصل (4700) فرع لها بروبوتات ذكية مزودة بكاميرات لمتابعة كميات المنتجات على الأرفف، بالإضافة إلى تزويد (1700) فرع بروبوتات لمتابعة وترتيب الشحنات القادمة إلى الفرع<sup>86</sup>. كما تعاقدت الشركة المالكة لسلسلة محلات التجزئة جاينت إيجل (Giant Eagle) مع شركة سيمبي روبوتكس (Simbe Robotics) لتقديم روبوتات ذاتية القيادة لمراقبة الأرفف، ويمكن لهذه الروبوتات تدقيق أكثر من (15) ألف منتج بالساعة<sup>87</sup>. استخدمت شركة جي دي (JD) عربات ذاتية القيادة لإيصال (24) طردًا في الرحلة الواحدة بسرعة تصل إلى (15) كم في الساعة. وفي بيجين تبنت شركة ميتاون (Meituan) عربات ذاتية القيادة لإيصال طلبات عملائها، وتنقل العربة الواحدة ما يقارب (100) كجم بسرعة (20) كم في الساعة<sup>88</sup>. كما استخدمت شركة كينون (Keenon) العربات ذاتية القيادة لإيصال الأطعمة لأكثر من (40) مدينة في الصين في أثناء الحجر الكلي<sup>89</sup>. وتعاقد فرع وولمارت (Walmart) في مدينة قراند بولاية ديكونا الشمالية مع شركة (Fly-trex) لإيصال بضائع المتسوقين باستخدام طائرات الدرونز<sup>90</sup>.

## تحديات حالية

مع ظهور عدد من الفوائد في استخدام الروبوتات خلال جائحة (كوفيد-19) ظلت هنالك مخاوف من ظهور بعض التحديات في حال عودة الحياة إلى طبيعتها، حيث إن هذه الروبوتات تحتاج إلى بيئة مُحكمة لكي تعمل بكفاءة، وهذا مما يصعب تحقيقه في الحياة الواقعية، على سبيل المثال يعد خلو الشوارع أحد أسباب نجاح الروبوتات ذاتية القيادة في توصيل طلبات العملاء في الصين في أثناء فترة حظر التجول، ولكن بمجرد رفع الحظر ستواجه الروبوتات عددًا من التحديات في الشوارع المزدهمة<sup>91</sup>.



## أتمتة المهام الروتينية

يعتقد المتخصصون أن جائحة (كوفيد-19) ستكون أحد العوامل المفعلة لأتمتة المؤسسات الصحية بوجه عام. إذ يتوقع تقرير صادر من جارتنر (Gartner) زيادةً في نسبة استثمار المنظمات الصحية الأمريكية في الأتمتة الروبوتية (RPA) بمقدار 50% بحلول عام 2023م، مما سيمثل ارتفاعاً بمعدل (10) أضعاف عما هي عليه اليوم، وارتفاع في استخدام الذكاء الاصطناعي في التعامل مع المرضى بنسبة 20% بحلول عام 2023م<sup>92</sup>.

## حالات الاستخدام

خلال الجائحة أعلنت شركة يو آي باث (UiPath) إتاحة منتجها أوتوميشن هوب (Automation Hub) مجاناً للمنظمات الصحية لمدة عام واحد. وأفادت الشركة أنها جمعت (30) حالة استخدام تساعد في مكافحة الفيروس<sup>93</sup>. كما يمكن استخدام حلول الأتمتة الروبوتية في تصنيف وتوزيع نتائج تحليل الفيروس بدلاً من إدخالها يدوياً، مما يساعد الطاقم الطبي على التركيز في مهامه الرئيسية. ولأهمية هذه التقنيات وزيادة الطلب عليها، استحوذت شركة آي بي أم (IBM) مؤخراً على شركة برازيلية ناشئة تقدم أكثر من (600) خدمة في هذا المجال<sup>94</sup>.

## توفير الرعاية الصحية عن بُعد

يمكن الحصول على بيانات حول الحالة الصحية للمصابين المعزولين في المستشفى أو المنزل عن بُعد باستخدام أجهزة الاستشعار الطبية وخدمات المتابعة والمراقبة لاسيما عند ربط البيانات المرسله من أجهزة الاستشعار بتقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي.

## حالات الاستخدام

يستخدم مستشفى هيوستن ميثودست (-Houston Method ist Hospital) كاميرات عالية الدقة وأجهزة متصلة بشبكة آمنة وخوازميات تعلم الآلة بهدف توفير الرعاية عن بُعد للمرضى في وحدات العناية المركزة وتقييم حالتهم استناداً إلى البيانات التي

تُجمع من أجهزة التنفس الصناعي وتخطيط القلب ومضخات الأكسجين وكذلك السجلات الطبية<sup>95</sup>. ويختبر فريق طبي في بوسطن جهازاً يعتمد على تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي، جرى تطويره في مختبر علوم الحاسب والذكاء الاصطناعي التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، من خلال مراقبة المصابين بفيروس كورونا المستجد عن بُعد باستخدام الإشارات اللاسلكية<sup>96</sup>. تعمل وزارة الدفاع الأمريكية مع شركة فيز آي كيو (PhysIQ) على تطوير أجهزة ذكية لمتابعة الحالة الصحية للمصابين بالفيروس، خاصةً أولئك المعرضين لمخاطر استخدام أجهزة استشعار بيولوجية<sup>97</sup>. وفي إيطاليا يمكن قياس درجات الحرارة وضغط الدم وتشبع الأكسجين عن بُعد<sup>98</sup>.

## تحديات حالية

يشكل الأمن السيبراني أهم التحديات التي تواجه تقنيات الرعاية الصحية عن بُعد، حيث يعتمد اتخاذ القرار على صحة البيانات التي تُجمع وتُرسل عبر الشبكات السلكية أو اللاسلكية. وفي هذا السياق رصدت منظمة الإنترنت زيادة كبيرة في الهجمات السيبرانية ضد المستشفيات في جميع أنحاء العالم، كما حذرت من خطورة هذه الهجمات، وأنها قد تؤدي إلى الوفاة<sup>99</sup>.

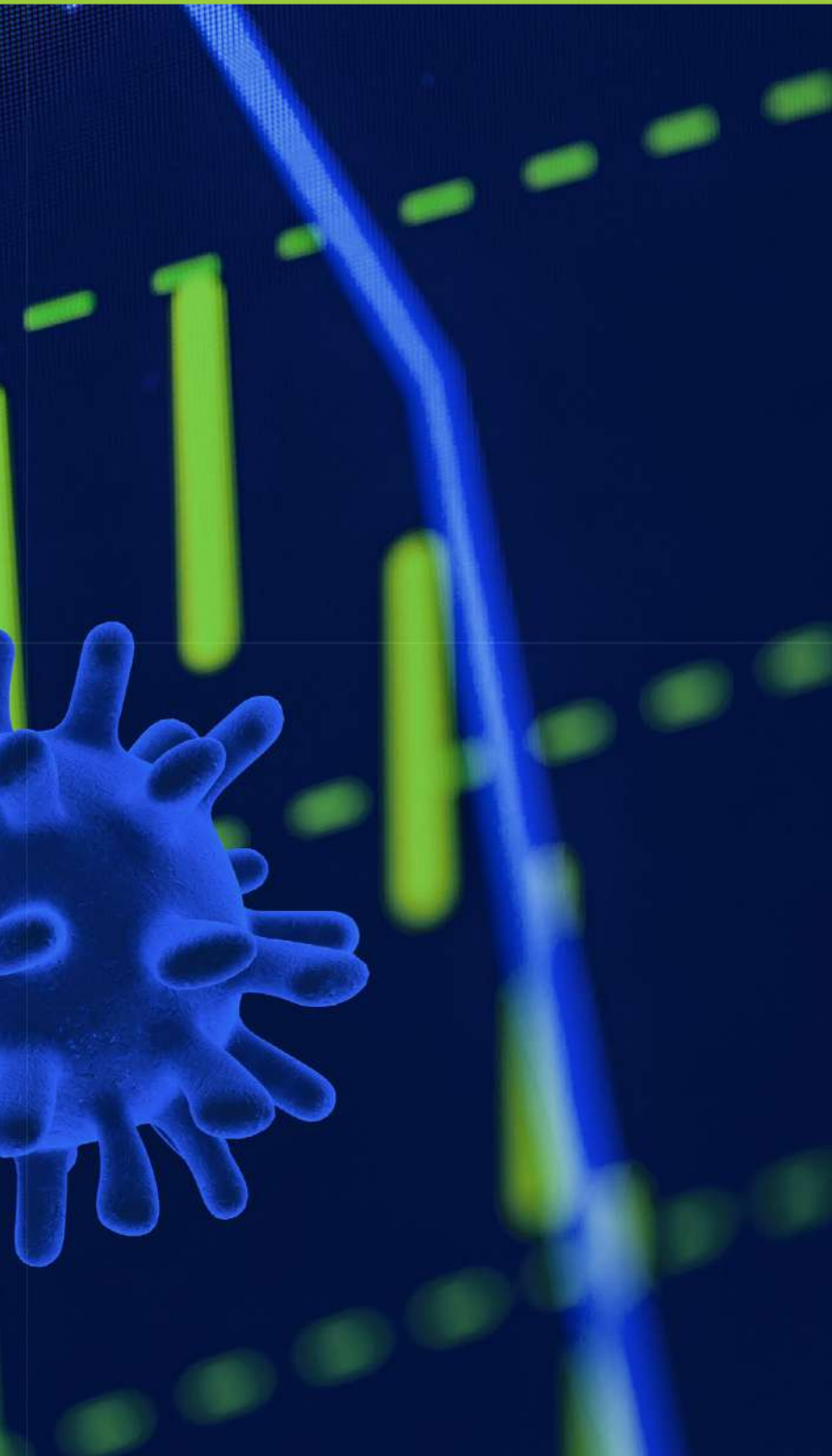






مرحلة التعافي





## مرحلة التعافي

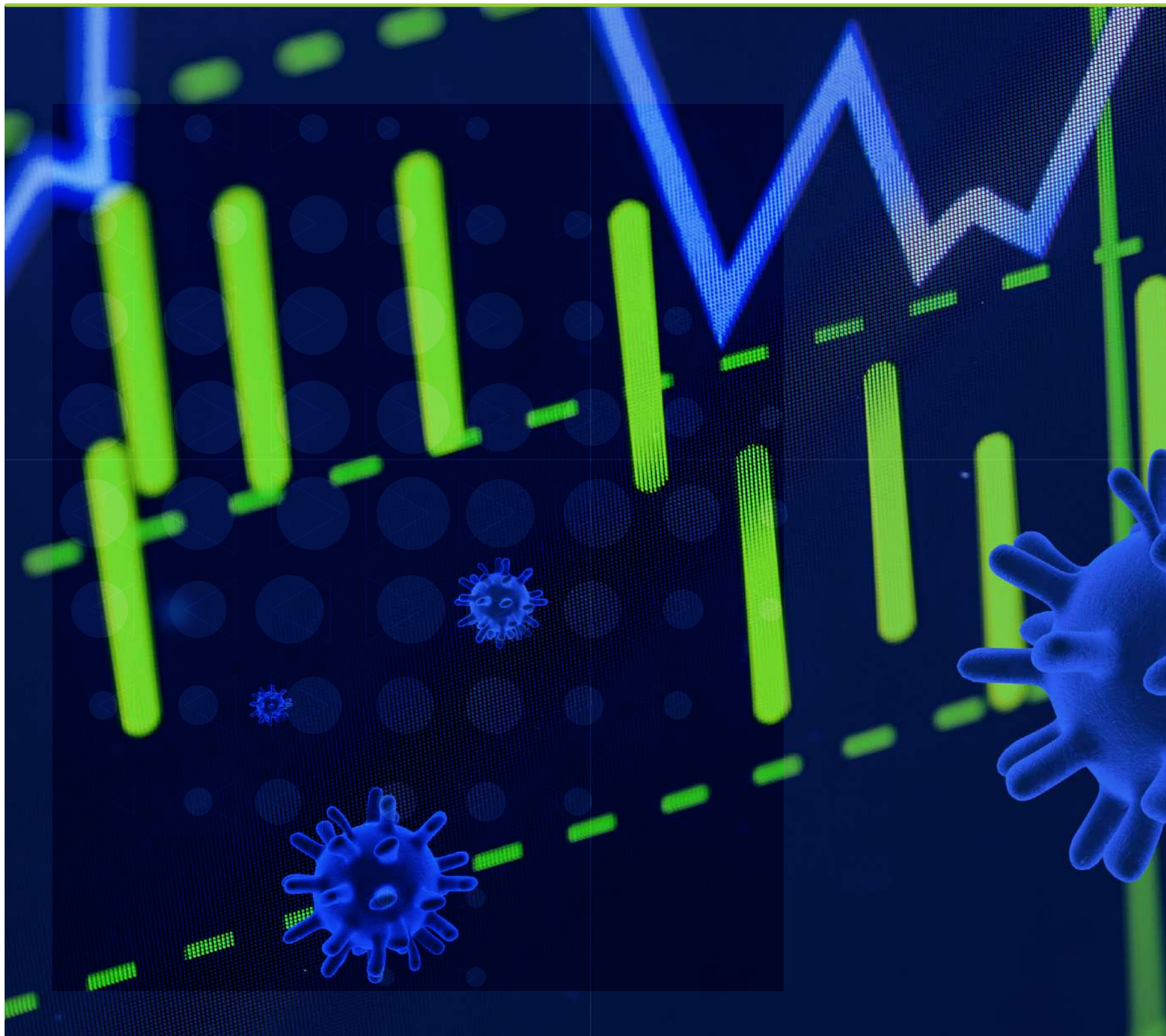
يستعرض هذا القسم دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في متابعة التعافي الاقتصادي والعودة للحياة الطبيعية.

### المتابعة

تعد متابعة الوضع الاقتصادي إحدى الركائز المهمة للحد من الآثار الاقتصادية لجائحة (كوفيد-19) من خلال الأقمار الصناعية وبيانات وسائل التواصل الاجتماعي.

### حالات الاستخدام

تستخدم شركة ويبانك (WeBank) تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتتبع الوضع الاقتصادي في الصين، حيث تُحلل صور الأقمار الصناعية وبيانات الأنشطة التجارية<sup>100</sup>. أما في بريطانيا أتاحت شركة مانتلاب (Mantle Lab) استخدام تقنياتها مجاناً لمدة ثلاثة أشهر، ويمكن من خلال هذه التقنيات تحليل صور الأقمار الصناعية عن طريق الذكاء الاصطناعي، ومتابعة المحاصيل وتنبيه المزارعين في حال وجود مشاكل قد تؤثر في المحاصيل<sup>23</sup>.









---

البحث والابتكار





---

## اكتشاف العلاج واللقاحات



## اكتشاف العلاجات واللقاحات

تُعد عملية اكتشاف الأدوية واللقاحات من أكثر العمليات الصناعية كلفة في الوقت والجهد والمال. فبناءً على تقرير صادر من شركة ديلويت الاستشارية في عام 2019م، فإن متوسط التكلفة المادية للأبحاث وتطوير عقارٍ طبي قد يصل إلى (198) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 742 مليون ريال سعودي) وعائد سنوي لا يتجاوز 1.8% <sup>101</sup>. ومما يزيد الأمر صعوبة أن نسبة نجاح التجارب السريرية لا يتجاوز 12% <sup>102</sup>، والمدة الزمنية لتطوير عقار طبي واعتماده وتوفره بصفة رسمية في الأسواق قد تصل إلى (18) سنة <sup>103</sup>. ولمواجهة هذه التحديات اتجهت عدد من شركات الأدوية إلى تبني تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لتقليل التكاليف ورفع كفاءة تطوير الأدوية واللقاحات. ويمكن تقسيم دور تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في هذا المجال إلى: توقع تركيب البروتين، وفهم طبيعة الفيروس.

### توقع تركيب البروتين

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لاقتراح مكونات لقاح الفيروس من خلال فهم الهيكل البروتيني الخاص به. ويسرع هذا النهج من عملية تطوير دواء جديد أكثر كفاءة وفي فترة أقصر من الطرق التقليدية التي تعتمد على الأساليب التجريبية.

### حالات الاستخدام

نمذج باحثون في علم المناعة والذكاء الاصطناعي عددًا من خصائص الفيروسات ثم قارنوها بالبروتينات الخاصة بفيروس كورونا المستجد، مما أسهم في تحديد البروتينات المرتبطة بفيروسات معروفة، ومن ثم تحديد أدوية موجودة قد تكون فاعلة في استهداف بروتينات فيروس كورونا المستجد <sup>104</sup>. وفي هذا السياق درب باحثون في شركة تاتا (Tata) نماذج للذكاء الاصطناعي لتوقع مركبات جزيئية يمكنها تثبيط أحد الإنزيمات المسؤولة عن تكاثر فيروس كورونا المستجد في جسم المريض <sup>105</sup>. وفي شركة

آي بي إم (IBM) استخدم باحثون نماذج الذكاء الاصطناعي لتوقع (3) آلاف مركب جزيئي لعلاج فيروس كورونا المستجد، ويمكن لمصانع الأدوية تبنيها وتجربتها مجانًا <sup>106</sup>. واستطاع باحثون أسبان باستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي تحديد (390) دواءً موجودًا قد يسهم بفاعلية في علاج الأعراض المصاحبة لفيروس كورونا المستجد، ومن ضمن تلك الأدوية دواء هيدروكسي كلوروكوين الخاص بمعالجة مرض الملاريا الذي استخدمه بعض من الدول لعلاج فيروس كورونا المستجد <sup>107</sup>. كما طور باحثون في شركة ديب مايند (DeepMind) خوارزمية ألفا فولد (AlphaFold) لتوقع تركيب بروتين فيروس كورونا المستجد، وذلك باستخدام تسلسل الأحماض الأمينية للفيروس، بالإضافة إلى الميزات المستخرجة من تسلسلات الأحماض الأمينية المُمثلة <sup>108</sup>. وأطلقت شركة بايدو (Baidu) الصينية بالشراكة مع جامعة ولاية أوريغون (Oregon State University) وجامعة روتشستر (University of Rochester) خوارزمية لينير فولد (Linearfold) لتسريع توقع التركيبة الثانوية للفيروس، مما ساعد في تقليل زمن التحليل الكلي من (55) دقيقة إلى (27) ثانية، أسرع ب (120) مرة مقارنة بالطرق التقليدية <sup>13</sup>.

### تحديات حالية

على الرغم من الجهود المبذولة لتوقع الهيكل البروتيني لفيروس كورونا المستجد من قبل باحثي الذكاء الاصطناعي، إلا أن نتائج هذه التوقعات لم تكن متقاربة، الأمر الذي يقلل من تبني هذه التقنيات على نطاق واسع، لعدم معرفة أيها يعد مقاربًا للتركيبة الحقيقية <sup>4</sup>.



## فهم طبيعة الفيروس

توجه بعض الباحثين لاستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لفهم تسلسل البروتين؛ وذلك لمعرفة طبيعة الفيروس وعلاقة الجينات الوراثية للمصاب وشدة المرض.

## حالات الاستخدام

استخدم باحثون في معهد الصحة الأمريكي (NIH) الذكاء الاصطناعي لتحليل ومقارنة الشريط الوراثي (Genome) لعدة عينات من فيروس كورونا المستجد؛ وذلك بهدف تحديد أجزاء تسلسل بروتينات الفيروس التي تؤثر في معدل الوفيات<sup>109</sup>. كما توصل باحثون من جامعة ووترلو (Waterloo) الكندية إلى أن فيروس كورونا المستجد هو من فئة فيروس كورونا بيتا، وذلك باستخدام ثلاث خوارزميات للذكاء الاصطناعي، مما يدعم فرضية انتقال الفيروس من الخفافيش وأنه لم يُطور في المختبر<sup>110</sup>.







---

# استرجاع المعلومات الطبية



## استرجاع المعلومات الطبية

يعد الوصول السريع للمعلومات الطبية الموثوقة وتسهيل البحث في الأوراق البحثية عنصرًا مهمًا للباحثين والمطورين لاسيما في أوقات الأزمات وما يرافقها من ازدياد في أعداد الأبحاث المنشورة. فحسب تقرير صادر من سيلزفورس (Salesforce) ازدادت الأبحاث المنشورة بين شهري فبراير ومايو لهذا العام 2020م متخطيةً حاجز (138) ألف بحث بعد أن كان عددها لا يتجاوز (29) ألف بحث قبل شهر فبراير للعام نفسه<sup>111</sup>. كما تشير مجلة جاما (JAMA) الطبية أنه خلال أزمة (كوفيد-19) زادت طلبات التحكيم ونشر الأبحاث بنسبة 53% مقارنة بالربع الأول من عام 2019م<sup>112</sup>. ومن هذا المنطلق، توجه عددٌ من الباحثين إلى استخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي — وخاصة تقنيات معالجة اللغة الطبيعية (NLP) — لتسهيل عملية البحث والتحليل للمصادر العلمية المتنوعة.

### حالات الاستخدام

استخدم معهد الصحة الأمريكي (NIH) تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لبناء قاعدة البيانات آي سيرش (isearch) المختصة بالأبحاث الموثوقة عن جائحة (كوفيد-19)، وتحديث باستمرار<sup>113</sup>. كما تعاون فريق سيمانتيك سكولر (SemanticScholar) في معهد إلن للذكاء الاصطناعي (Allen Institute) مع مجموعات بحثية لتوفير قاعدة بيانات كورد-19 (CORD-19) وتحتوي على أكثر من (130) ألف مقالة علمية عن فيروس كورونا المستجد والفيروسات ذات الصلة<sup>114</sup>. كما أطلقت شركة أمازون (Amazon) محرك بحث على قاعدة بيانات كورد-19 (CORD-19)، باستخدام تقنية أمازون كومبريهند ميديكل (Amazon Comprehend Medical) وخدمة البحث الذكي أمازون كيندر (Amazon Kendral)<sup>115</sup>. وفي جهود مشابهة طور باحثون في جامعة بيركلي (Berkeley) الأمريكية أداة كوفيد سكولر (CovidScholar) للبحث في قاعدة بيانات كورد-19 (CORD-19)، وتستخدم الأداة تقنيات معالجة اللغة الطبيعية لتصنيف الأبحاث المنشورة باستخدام الكلمات الأساسية والعناوين<sup>113</sup>.









---

# القدرة الحاسوبية



## القدرة الحاسوبية

تُمكن أجهزة الحاسوب فائقة الأداء (Super Computers) الباحثين من إجراء تجارب علمية معقدة في علم الأوبئة والمعلوماتية الحيوية، وتدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي للقيام بعدد من مهام النمذجة والمحاكاة في وقت قياسي مقارنة بأجهزة الحاسب التقليدية. إضافة إلى ذلك توفر الحوسبة فائقة الأداء من خلال الحوسبة السحابية فتح آفاق جديدة لتعاون الفرق البحثية حول العالم في القيام بالعديد من التجارب والأبحاث مثل: نمذجة التفاعل الفيروسي ودراسة بنية الفيروس، واكتشاف الأدوية، وتوقع تطور حالة المرضى.

### حالات الاستخدام

أنشأت مجموعة من الشركات من ضمنها آي بي إم (IBM) وأمازون (Amazon) ومايكروسوفت (Microsoft) وإنتل (Intel) وعدد من الجامعات اتحادًا للحوسبة فائقة الأداء وذلك بهدف دعم جهود الباحثين في مكافحة جائحة (كوفيد-19)<sup>116</sup>. واستخدم باحثون من جامعة جون هوبكنز (Johns Hopkins University) أجهزة حاسب فائقة الأداء لفحص المركبات بغرض إعادة استخدام الأدوية المعتمدة من هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) ضد الإنزيمات التحفيزية لفيروس كورونا المستجد<sup>117</sup>. أيضًا استخدم باحثون من جامعة هارفرد (Harvard University) أجهزة حاسب فائقة الأداء لتصميم مثبطات لبروتين فيروس كورونا المستجد<sup>118</sup>. كما استخدم باحثون من جامعة ريفرسايد كاليفورنيا (University of California, Riverside) حاسبات فائقة الأداء للمساعدة في الكشف عن فيروس كورونا من خلال أنظمة جديدة لتحرير الجينوم كريسبر-كاس (CRISPR-Cas)<sup>119</sup>.











---

## المنصات التشاركية



## المنصات التشاركية

مشاركة البيانات وتبادل المعلومات من أهم المقومات لتطوير حلول فاعلة لمواجهة الأزمات الصحية. ولذلك لعبت المنصات التشاركية دورًا مهمًا في توفير البيانات والمعلومات للباحثين والمطورين، وتمكين تطوير نماذج متقدمة باستخدام تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي.

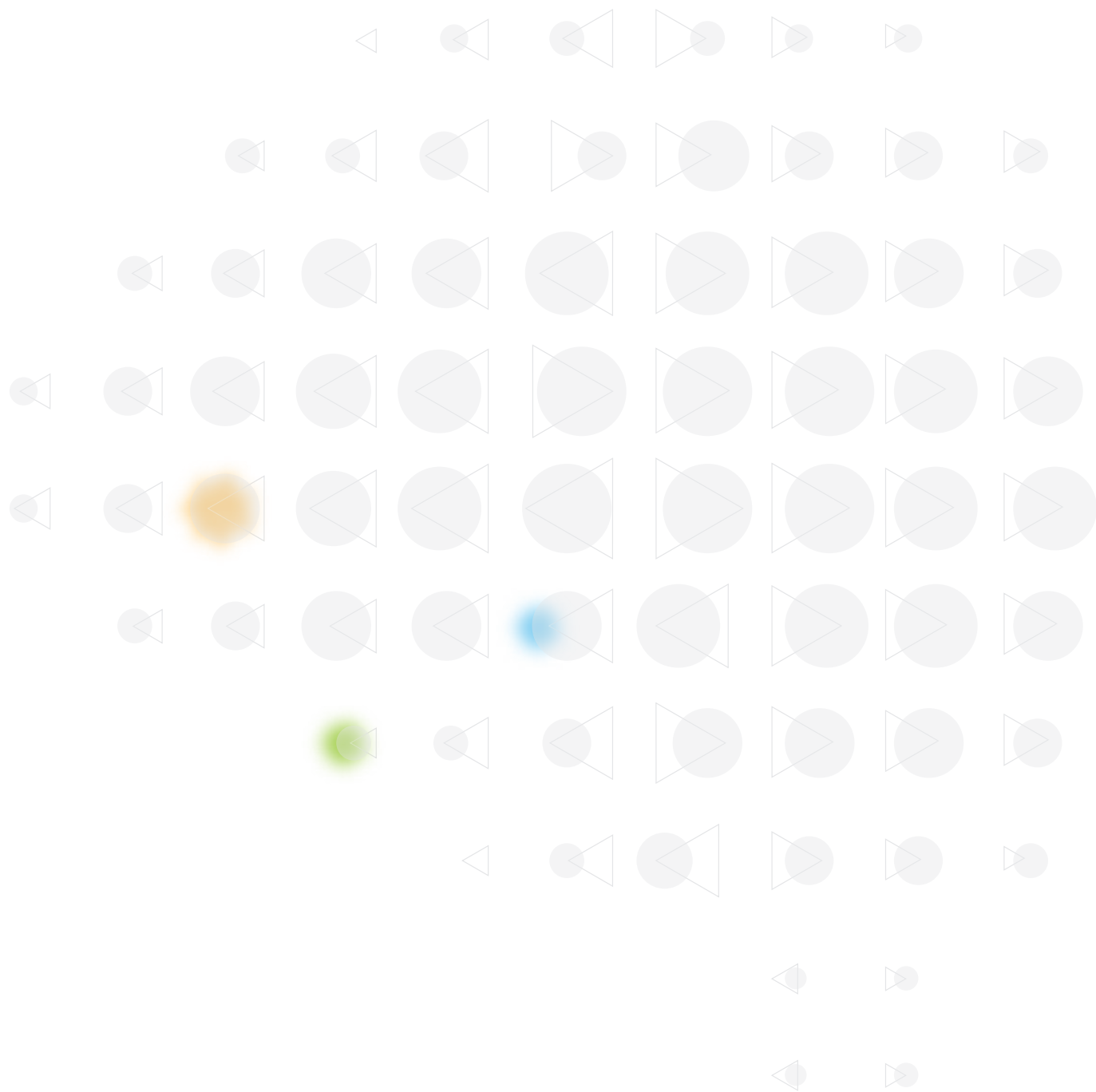
نظمت سدايا مسابقة افتراضية (هوماثون) على مستوى العالم العربي ومسابقة (داتاثون) لحث المبدعين على تقديم حلول ابتكارية تعتمد على تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي لمواجهة الجائحة.

### حالات الاستخدام

دعت منظمة إكس برايز (Xprize) الأطباء والباحثين لتبادل المعلومات والتعاون باستخدام منصة متخصصة تُدعى إكس برايز (كوفيد-19) (Xprize Covid-19) <sup>120</sup>. وأتاحت منصة جيسيد (Gisaid) مشاركة البيانات حول أعراض فيروس كورونا المستجد، مما ساعد الباحثون على إجراء عدد من الدراسات <sup>121</sup>. أنشئت مجموعة طبية متخصصة على منصة التواصل الاجتماعي فيسبوك (Facebook) أطلق عليها بي إم جي كوفيد-19 سبجروب (PMG COVID-19 Subgroup)، وانضم إليها عددٌ من الأطباء حول العالم تجاوز عددهم (35) ألف طبيب، وكان لهذه المجموعة إسهامات واضحة في تطوير خطط علاجية جديدة <sup>122</sup>.









خلاصة



## خلاصة

تمثل الأزمات الصحية على مر التاريخ بيئة محفزة لدفع التجارب والابتكار، وعادةً ما يخرج منها العالم بنتائج وتقنيات جديدة، وكان لجائحة (كوفيد-19) دورًا مهمًا في تحفيز تبني تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في جميع مراحل إدارة الأزمة، وظهرت تجارب واعدة في عدد من الدول، ولكن واجه بعض تلك التجارب تحديات أُشير إليها في ثنايا هذه الدراسة. وخلصت الدراسة إلى أن تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي أسهمت وبصورة فاعلة في دعم جميع مراحل إدارة الأزمات الصحية على النحو الآتي:

**مرحلة الاكتشاف:** ساعدت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في الإنذار المبكر عن جائحة (كوفيد-19)، واستُخدمت هذه التقنيات في الكشف المبكر عن المصابين المحتملين، وساعدت على فرز الحشود وتشخيص المرضى، وتعزيز قدرات الممارسين الصحيين.

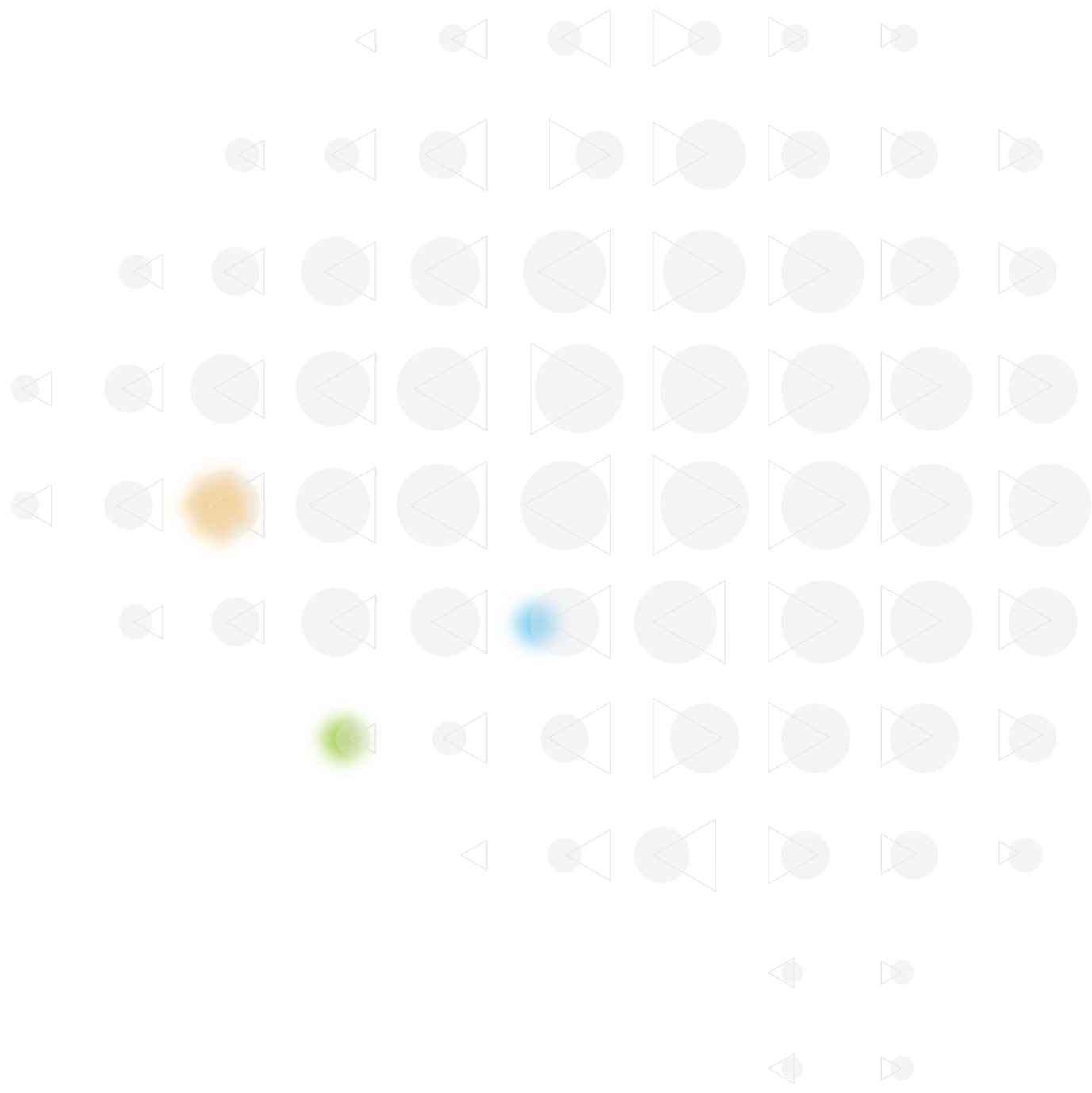
**مرحلة الوقاية:** استُخدمت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في عمليات التوقع، كتوقع انتشار الوباء، ومناعة القطيع، وتطور حالات المصابين، وكذلك عمليات المراقبة، كتتبع المخالطين والتأكد من الالتزام بالإجراءات الاحترازية، بالإضافة إلى مكافحة الأخبار والمعلومات الخاطئة، وفهم خطاب الكراهية.

**مرحلة الاستجابة:** أدت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي دورًا مهمًا في الحد من مخالطة المصابين، وأتمتة المهام الصحية، وتوفير الرعاية الصحية عن بُعد.

**مرحلة التعافي:** أسهمت تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي في تحليل صور الأقمار الصناعية لمتابعة التعافي الاقتصادي، وما يتعلق به من أنشطة.

**مجال البحث والابتكار:** أسهمت تقنيات البيانات و الذكاء الاصطناعي في تسريع عملية اكتشاف العلاج، ومساعدة الباحثين في استرجاع المعلومات الطبية، وإنشاء منصات تشاركية لتبادل التجارب والآراء البحثية.







مراجع



1. Ruiy, M. Mismanagement of Covid-19: lessons learned from Italy. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13669877.2020.1758755> (2020).
2. Hamer, P. & Brethenoux, E. How to Use AI to Fight COVID-19 and Beyond. <https://www.gartner.com/en/documents/3983523/how-to-use-ai-to-fight-covid-19-and-beyond> (2020).
3. Using artificial intelligence to help combat COVID-19. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/using-artificial-intelligence-to-help-combat-covid-19-ae4c5c21/> (2020).
4. Bullock, J., Luccioni, A., Pham, K. H., Lam, C. S. N. & Luengo-Oroz, M. Mapping the Landscape of Artificial Intelligence Applications against COVID-19. <http://arxiv.org/abs/2003.11336> (2020).
5. BlueDot: Outbreak Risk Software. BlueDot <https://bluedot.global/> (2020).
6. BlueDot Explorer: Better public health surveillance for infectious diseases. <https://bluedot.global/products/explorer/> (2020).
7. Monitoring and risk analytics for the 2019 novel coronavirus. [https://metabiota.com/sites/default/files/inline-files/Metabiota\\_Risk\\_Report\\_No.3-25Feb2020-COVID-2019\\_0.pdf](https://metabiota.com/sites/default/files/inline-files/Metabiota_Risk_Report_No.3-25Feb2020-COVID-2019_0.pdf) (2020).
8. Cho, A., 2020 & Pm, 4:50. Artificial intelligence systems aim to sniff out signs of COVID-19 outbreaks. Science | AAAS <https://www.sciencemag.org/news/2020/05/artificial-intelligence-systems-aim-sniff-out-signs-covid-19-outbreaks> (2020).
9. Thompson, N. Kai-Fu Lee Gives AI a B-Minus Grade in the Covid-19 Fight. WIRED <https://www.wired.com/story/kai-fu-lee-ai-b-minus-grade-covid-19/> (2020).
10. أمانة جدة تستخدم تقنية المسح الحراري الجوي بأسواق النفع العام. <https://www.spa.gov.sa/viewstory.php?lang=ru&newsid=2070301> (2020).
11. FLIR Systems Launches FLIR Screen-EST Software to Improve Skin Temperature Screening for COVID-19. <https://www.flir.com/news-center/public-safety/flir-systems-launches-flir-screen-est-software-to-improve-skin-temperature-screening-for-covid-19/> (2020).
12. Hannah, S., Gabriela, Z.-F. & Rachele, H.-S. Thermal Imaging as Pandemic Exit Strategy: Limitations, Use Cases and Privacy Implications. <https://fpf.org/2020/06/03/thermal-imaging-as-pandemic-exit-strategy-limitations-use-cases-and-privacy-implications/> (2020).
13. How Baidu is harnessing the power of AI in the battle against coronavirus. <http://research.baidu.com/Blog/index-view?id=133> (2020).
14. Chamola, V., Hassija, V., Gupta, V. & Guizani, M. A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact. 90225–90265 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9086010> (2020).
15. Inc, D. Key COVID-19 Symptom, Oxygen Saturation Now Measurable Via Camera Utilizing Draganfly's Vital Intelligence Assessment Technology. <http://www.globe-newswire.com/news-release/2020/11/19/2130240/0/en/Key-COVID-19-Symptom-Oxygen-Saturation-Now-Measurable-Via-Camera-Utilizing-Draganfly-s-Vital-Intelligence-Assessment-Technology.html> (2020).
16. Rokid Glass 2 - Rokid. <https://www.rokid.com/en/rokid-glass-2/> (2020).

17. Rose, D. G. Dubai police to wear helmets that 'can detect coronavirus'. <https://www.telegraph.co.uk/news/2020/04/16/dubai-police-wear-helmets-can-detect-coronavirus/> (2020).
18. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf> (2020).
19. سياده | التعرف على مريض كورونا المستجد من السعال. <https://ciada.uqu.edu.sa/coughcovid/> (2020).
20. Imran, A. et al. AI4COVID-19: AI enabled preliminary diagnosis for COVID-19 from cough samples via an app. 100378 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352914820303026> (2020).
21. Cough Against COVID. Wadhvani AI <https://www.wadhwaniai.org/2020/04/07/cough-against-covid/> (2020).
22. Sharma, N. et al. Coswara -- A Database of Breathing, Cough, and Voice Sounds for COVID-19 Diagnosis. <http://arxiv.org/abs/2005.10548> (2020).
23. Sivasubramanian, S. How AI and machine learning are helping to tackle COVID-19. <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/how-ai-and-machine-learning-are-helping-to-fight-covid-19/> (2020).
24. Barnes, D. Washington governments respond to COVID-19 with Microsoft chatbots. <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/microsoft-in-business/government/2020/07/24/washington-governments-respond-to-covid-19-with-microsoft-chatbots/> (2020).
25. Heavenarchive, W. D. AI could help with the next pandemic—but not with this one. <https://www.technologyreview.com/2020/03/12/905352/ai-could-help-with-the-next-pandemicbut-not-with-this-one/> (2020).
26. Ross, C., Robbins, R. & Brodwin, E. STAT's guide to how hospitals are using AI to fight Covid-19. <https://www.statnews.com/2020/03/31/hospitals-artificial-intelligence-coronavirus/> (2020).
27. Semigran, H. L., Linder, J. A., Gidengil, C. & Mehrotra, A. Evaluation of symptom checkers for self diagnosis and triage: audit study. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4496786/> (2015).
28. FDA rejects de novo application for Aussie digital health company Resapp's respiratory diagnostic. <https://www.bioworld.com/articles/433821-fda-rejects-de-novo-application-for-aussie-digital-health-company-resapps-respiratory-diagnostic> (2020).
29. Kanne, J. P., Little, B. P., Chung, J. H., Elicker, B. M. & Ketani, L. H. Essentials for Radiologists on COVID-19: An Update—Radiology Scientific Expert Panel | Radiology. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200527> (2020).
30. Melo, C. F. O. R. et al. A machine learning application based in random forest for integrating mass spectrometry-based metabolomic data: a simple screening method for patients with zika virus. 31 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2018.00031/full> (2018).
31. Ai, T. et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases. 200642 <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200642> (2020).
32. Li, L. et al. Artificial Intelligence Distinguishes COVID-19 from Community Acquired Pneumonia on Chest CT. 200905 <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200905> (2020).
33. How Alibaba DAMO Academy AI System Detects Coronavirus Cases. Alibaba Cloud Community [https://www.alibabacloud.com/blog/how-alibaba-damo-academy-ai-system-detects-coronavirus-cases\\_595979](https://www.alibabacloud.com/blog/how-alibaba-damo-academy-ai-system-detects-coronavirus-cases_595979) (2020).
34. Radiological Computer-Assisted Prioritization Software For Lesions. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpmn/pmn.cfm?ID=K191556> (2019).

35. Hao, K. AI is helping triage coronavirus patients. The tools may be here to stay. <https://www.technologyreview.com/2020/04/23/1000410/ai-triage-covid-19-patients-health-care/> (2020).
36. Li, C. How DAMO Academy's AI System Detects Coronavirus Cases. Alizila.com <https://www.alizila.com/how-damo-academys-ai-system-detects-coronavirus-cases/> (2020).
37. Engler, A. A guide to healthy skepticism of artificial intelligence and coronavirus. Brookings <https://www.brookings.edu/research/a-guide-to-healthy-skepticism-of-artificial-intelligence-and-coronavirus/> (2020).
38. ACR and RSNA Highlight Challenges to Future FDA Oversight of Autonomous AI. <https://www.acr.org/Advocacy-and-Economics/Advocacy-News/Advocacy-News-Issues/In-the-July-4-2020-Issue/ACR-and-RSNA-Highlight-Challenges-to-Future-FDA-Oversight-of-Autonomous-AI> (2020).
39. KACST Developed A Simulation Model for COVID-19 Propagation Within Cities. <https://www.kacst.edu.sa/news-details/5462> (2020).
40. Haoarchive, K. This is how the CDC is trying to forecast coronavirus's spread. <https://www.technologyreview.com/2020/03/13/905313/cdc-cmu-forecasts-coronavirus-spread/> (2020).
41. Al-Qaness, M. A. A., Ewees, A. A., Fan, H. & Abd El Aziz, M. Optimization Method for Forecasting Confirmed Cases of COVID-19 in China. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32131537/> (2020).
42. Yang, Z. et al. Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of COVID-19 in China under public health interventions. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7139011/> (2020).
43. Soures, N. et al. SIRNet: Understanding social distancing measures with hybrid neural network model for COVID-19 infectious spread. <https://arxiv.org/abs/2004.10376> (2020).
44. Stutt, R. O. J. H., Retkute, R., Bradley, M., Gilligan, C. A. & Colvin, J. A modelling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.2020.0376> (2020).
45. Rao, A. & Firth-Butterfield, K. 3 ways COVID-19 is transforming advanced analytics and AI. <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/3-ways-covid-19-is-transforming-advanced-analytics-and-ai/> (2020).
46. Rao, A. & Firth-Butterfield, K. Lessons from COVID-19 modeling: the interplay of data, models and behaviour. World Economic Forum <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/covid-19-coronavirus-models-data-behaviour-infection-death-rate-flatten-curve-policy/> (2020).
47. Tessmer, H. L., Ito, K. & Omori, R. Can Machines Learn Respiratory Virus Epidemiology?: A Comparative Study of Likelihood-Free Methods for the Estimation of Epidemiological Dynamics. 343 <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.00343> (2018).
48. Britton, T., Ball, F. & Trapman, P. A mathematical model reveals the influence of population heterogeneity on herd immunity to SARS-CoV-2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32576668/> (2020).
49. Kwok, K. O., Lai, F., Wei, W. I., Wong, S. Y. S. & Tang, J. W. T. Herd immunity – estimating the level required to halt the COVID-19 epidemics in affected countries. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0163445320301547> (2020).
50. Leung, K., Wu, J. T., Liu, D. & Leung, G. M. First-wave COVID-19 transmissibility and severity in China outside Hubei after control measures, and second-wave scenario planning: a modelling impact assessment. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30746-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30746-7/fulltext) (2020).

51. Vlas, S. J. de & Coffeng, L. E. A phased lift of control: a practical strategy to achieve herd immunity against Covid-19 at the country level. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.29.20046011v2> (2020).
52. Gold, A. COVID-19 tests the value of artificial intelligence in medicine. Modern Healthcare <https://www.modernhealthcare.com/technology/covid-19-tests-value-artificial-intelligence-medicine> (2020).
53. Strickland, E. AI Can Help Hospitals Triage COVID-19 Patients - IEEE Spectrum. IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/artificial-intelligence/medical-ai/ai-can-help-hospitals-triage-covid19-patients> (2020).
54. Schwalbe, N. & Wahl, B. Artificial intelligence and the future of global health. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30226-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30226-9/fulltext) (2020).
55. Rogers, K. Coronavirus: Contact tracing has become a fast-growing job opportunity. <https://www.cnbc.com/2020/06/07/coronavirus-contact-tracing-has-become-a-fast-growing-job-opportunity.html> (2020).
56. Ciucci, M. & Gouardères, F. National COVID-19 contact tracing apps. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652711/IPOL\\_BRI\(2020\)652711\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652711/IPOL_BRI(2020)652711_EN.pdf) (2020).
57. Lin, L. & Martin, T. W. How Coronavirus Is Eroding Privacy - WSJ. <https://www.wsj.com/articles/coronavirus-paves-way-for-new-age-of-digital-surveillance-11586963028> (2020).
58. Neillarchive, P. H. O. No, coronavirus apps don't need 60% adoption to be effective. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/2020/06/05/1002775/covid-apps-effective-at-less-than-60-percent-download/> (2020).
59. Sato, M. Contact tracing apps now cover nearly half of America. It's not too late to use one. <https://www.technologyreview.com/2020/12/14/1014426/covid-california-contact-tracing-app-america-states/> (2020).
60. Braithwaite, I., Callender, T., Bullock, M. & Aldridge, R. W. Automated and partly automated contact tracing : a systematic review to inform the control of COVID-19. [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(20\)30184-9/abstract](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(20)30184-9/abstract) (2020).
61. Jee, C. 8 million people, 14 alerts: why some covid-19 apps are staying silent. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/2020/07/10/1005027/8-million-people-14-alerts-why-some-covid-19-apps-are-staying-silent/> (2020).
62. Gray, S. A Closer Look at Location Data: Privacy and Pandemics. Future of Privacy Forum <https://fpf.org/2020/03/25/a-closer-look-at-location-data-privacy-and-pandemics/> (2020).
63. Colaner, S. Finding the balance between safety and freedom in the shadow of COVID-19. VentureBeat <https://venturebeat.com/2020/05/18/finding-the-balance-between-safety-and-freedom-in-the-shadow-of-covid-19/> (2020).
64. Soltani, A., Carl, B. & Calo, R. Contact-tracing apps are not a solution to the COVID-19 crisis. Brookings <https://www.brookings.edu/techstream/inaccurate-and-insecure-why-contact-tracing-apps-could-be-a-disaster/> (2020).
65. Landing AI Creates an AI Tool to Help Customers Monitor Social Distancing in the Workplace. Landing AI <https://landing.ai/landing-ai-creates-an-ai-tool-to-help-customers-monitor-social-distancing-in-the-workplace/> (2020).
66. Adams, M. et al. Back on Board: a guide to a safer transit in the era of COVID-19. <http://www.tstc.org/wp-content/uploads/2020/06/Back-on-Board.pdf> (2020).



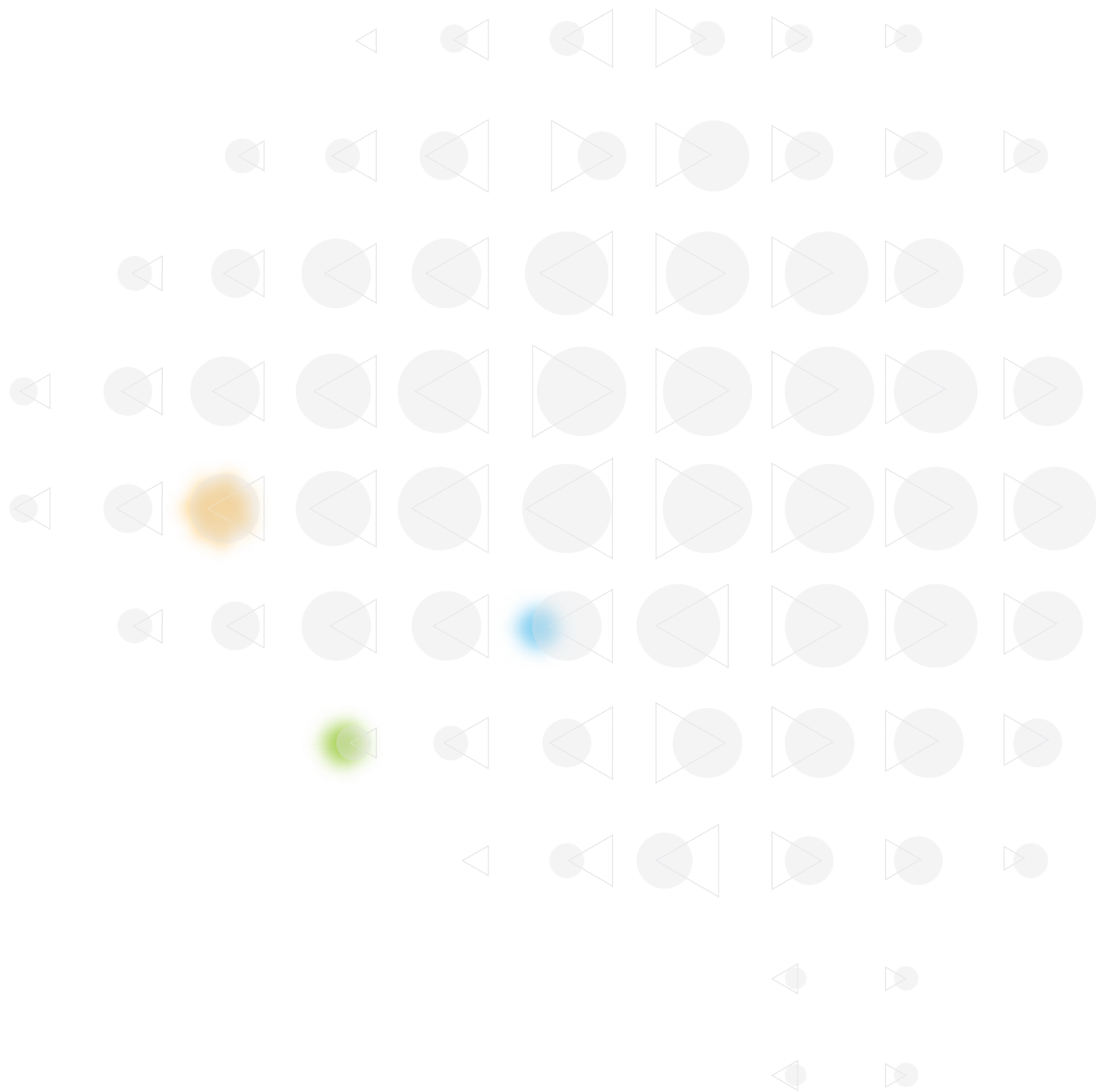
67. Sagar, R. 11 Ways Artificial Intelligence Is Fighting Coronavirus(COVID-19). Analytics India Magazine <https://analyticsindiamag.com/ai-corona-covid19-fight-deepmind-alibaba-baidu-algorithm/> (2020).
68. Airport Screening While Wearing Masks Test. <https://www.dhs.gov/science-and-technology/news/2021/01/04/news-release-airport-screening-while-wearing-masks-test> (2021).
69. Heilweil, R. Big tech companies back away from selling facial recognition to police. That's progress. Vox <https://www.vox.com/recode/2020/6/10/21287194/amazon-microsoft-ibm-facial-recognition-moratorium-police> (2020).
70. Hao, K. & O'Neill, P. H. The hack that could make face recognition think someone else is you. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/2020/08/05/1006008/ai-face-recognition-hack-misidentifies-person/> (2020).
71. Infodemic Management of WHO Information Net Work for Epidemics. <https://www.who.int/teams/risk-communication/infodemic-management> (2020).
72. COVID-19 response automation | Watson Assistant | IBM. <https://www.ibm.com/watson/covid-response> (2021).
73. Wggers, K. IBM's Watson Assistant for Citizens answers coronavirus questions by phone or text. VentureBeat <https://venturebeat.com/2020/04/01/ibms-watson-assistant-for-citizens-answers-coronavirus-questions-by-phone-or-text/> (2020).
74. COVID-19 Disinformation Report-Volume 2-BLACK-BIRD.AI. [https://www.blackbird.ai/blog/2020/03/17/covid-19-coronavirus-disinformation-report-volume-2-0\(2020\)](https://www.blackbird.ai/blog/2020/03/17/covid-19-coronavirus-disinformation-report-volume-2-0(2020)).
75. Covid19 Infodemics Observatory. <http://covid19obs.fbk.eu> (2020).
76. SciFact | CORD-19 Claim Verification. <https://scifact.apps.allenai.org/> (2020).
77. Full Fact - Coronavirus. <https://fullfact.org/health/coronavirus/> (2020).
78. Creating a dataset and a challenge for deepfakes . <https://ai.facebook.com/blog/deepfake-detection-challenge/> (2020).
79. Velásquez, N. et al. Hate multiverse spreads malicious COVID-19 content online beyond individual platform control. <https://arxiv.org/abs/2004.00673> (2020).
80. Leonard Schild, C. L., Blackburn, J., Stringhini, G., Zhang, Y. & Zannettou, S. "Go eat a bat, Chang!": An Early Look on the Emergence of Sinophobic Behavior on Web Communities in the Face of COVID-19. <https://arxiv.org/abs/2004.04046> (2020).
81. Ziems, C., He, B., Soni, S. & Kumar, S. Racism is a Virus: Anti-Asian Hate and Counterhate in Social Media during the COVID-19 Crisis. <https://arxiv.org/abs/2005.12423> (2020).
82. Ackerman, E. Autonomous Robots Are Helping Kill Coronavirus in Hospitals - IEEE Spectrum. IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News <https://spectrum.ieee.org/autaton/robotics/medical-robots/autonomous-robots-are-helping-kill-coronavirus-in-hospitals> (2020).
83. Castellanos, S. & McCormick, J. Hospitals Deploy Technology to Reduce ICU Staff Exposure to Covid-19. <https://www.wsj.com/articles/hospitals-deploy-technology-to-reduce-icu-staff-exposure-to-covid-19-11588843801> (2020).
84. How Robots Are Being Used. Robotics for Infectious Diseases <http://roboticsforinfectiousdiseases.org/how-robots-are-being-used.html> (2020).
85. Jakhar, P. Tech joins fight against coronavirus. <https://www.bbc.com/news/technology-51717164> (2020).

86. Meyersohn, N. Grocery stores turn to robots during the coronavirus - CNN. <https://edition.cnn.com/2020/04/07/business/grocery-stores-robots-automation/index.html> (2020).
87. Bandoim, L. How Robots Are Helping Grocery Stores During The Coronavirus Outbreak. <https://www.forbes.com/sites/lanabandoim/2020/03/30/how-robots-are-helping-grocery-stores-during-the-coronavirus-outbreak/#2b4d93d9242a> (2020).
88. He, P. & Huang, Z. How Chinese companies are responding to COVID-19 mobility challenges. World Economic Forum <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/china-covid-19-coronavirus-mobility-solutions/> (2020).
89. Loo, S. Tech for Good | Keenon Robotics deploys meal delivery robots to over 40 cities · TechNode. TechNode <https://technode.com/2020/02/19/tech-for-good-keenon-robotics-deploys-meal-delivery-robots-to-over-40-cities/> (2020).
90. Walmart Now Piloting On-Demand Drone Delivery with Flytrex. <https://corporate.walmart.com/newsroom/2020/09/09/walmart-now-piloting-on-demand-drone-delivery-with-flytrex> (2020).
91. Hasija, S. & Gumaedar, A. Are Robots Overrated? <https://hbr.org/2020/04/are-robots-overrated> (2020).
92. Costello, K. & Rimol, M. Gartner Says 50% of U.S. Healthcare Providers Will Invest in RPA in the Next Three Years. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-05-21-gartner-says-50-percent-of-us-healthcare-providers-will-invest-in-rpa-in-the-next-three-years> (2020).
93. Iafrate, T. Global Organizations Turning to Robotic Process Automation to Respond to COVID-19 Pandemic. <https://www.uipath.com/newsroom/global-organizations-turning-to-rpa-to-respond-to-covid-19-pandemic> (2020).
94. IBM to Acquire WDG Automation to Advance AI-Infused Automation Capabilities for Enterprises. IBM News Room <https://newsroom.ibm.com/2020-07-08-IBM-to-Acquire-WDG-Automation-to-Advance-AI-Infused-Automation-Capabilities-for-Enterprises> (2020).
95. McCormick, S. C. and J. Hospitals Deploy Technology to Reduce ICU Staff Exposure to Covid-19. Wall Street Journal (2020).
96. CSAIL device lets doctors monitor a COVID-19 patients from a distance | MIT CSAIL. <https://www.csail.mit.edu/news/csail-device-lets-doctors-monitor-covid-19-patients-distance> (2020).
97. PhysIQ, Department of Defense, and HJF Partner to Study COVID-19. <https://www.physiq.com/covid-19/physiq-department-of-defense-and-hjf-partner-to-study-covid-19/> (2020).
98. Romero, M. E. Tommy the robot nurse helps Italian doctors care for COVID-19 patients. <https://www.pri.org/stories/2020-04-08/tommy-robot-nurse-helps-italian-doctors-care-covid-19-patients> (2020).
99. Cybercriminals targeting critical healthcare institutions with ransomware. <https://www.interpol.int/News-and-Events/News/2020/Cybercriminals-targeting-critical-healthcare-institutions-with-ransomware> (2020).
100. Fast Data for Faster Decision-making: The Utility of High-frequency Economic Indicators. <https://www.orfonline.org/research/fast-data-for-faster-decision-making-the-utility-of-high-frequency-economic-indicators-68258/> (2020).
101. Ten years on: Measuring the return from pharmaceutical innovation 2019. <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/measuring-return-from-pharmaceutical-innovation.html> (2020).

102. DiMasi, J. A., Grabowski, H. G. & Hansen, R. W. Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. 20–33 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26928437/> (2016).
103. Mohs, R. C. & Greig, N. H. Drug discovery and development: Role of basic biological research. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29255791/> (2017).
104. Zhavoronkov, A. Artificial Intelligence for Drug Discovery, Biomarker Development, and Generation of Novel Chemistry. 4311–4313 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.molpharmaceut.8b00930> (2018).
105. Bung, N., Krishnan, S. R., Bulusu, G. & Roy, A. De Novo Design of New Chemical Entities (NCEs) for SARS-CoV-2 Using Artificial Intelligence. [https://chemrxiv.org/articles/De\\_Novo\\_Design\\_of\\_New\\_Chemical\\_Entities\\_NCEs\\_for\\_SARS-CoV-2\\_Using\\_Artificial\\_Intelligence/11998347](https://chemrxiv.org/articles/De_Novo_Design_of_New_Chemical_Entities_NCEs_for_SARS-CoV-2_Using_Artificial_Intelligence/11998347) (2020).
106. Taguchi, Y.-H. & Turki, T. A New Advanced In Silico Drug Discovery Method for Novel Coronavirus (SARS-CoV-2) with Tensor Decomposition-Based Unsupervised Feature Extraction. <https://www.preprints.org/manuscript/202004.0524/v1> (2020).
107. AI-driven project identifies up to 390 potential drugs against COVID. <https://www.bbva.com/en/ai-driven-project-identifies-up-to-390-potential-drugs-against-covid/> (2020).
108. Senior, A., Jumper, J., Hassabis, D. & Kohli, P. AlphaFold: Using AI for scientific discovery. <https://deepmind.com/blog/article/AlphaFold-Using-AI-for-scientific-discovery> (2020).
109. Genomic determinants of pathogenicity in SARS-CoV-2 and other human coronaviruses | bioRxiv. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.04.05.026450v1> (2020).
110. Machine learning using intrinsic genomic signatures for rapid classification of novel pathogens: COVID-19 case study | bioRxiv. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.03.932350v3> (2020).
111. Esteva, A. & Kale, A. Researchers Develop Search Engine to Support the Fight Against COVID-19. <https://www.salesforce.com/company/newspress/stories/2020/6/salesforce-research-covid-search/> (2020).
112. Kwon, D. How swamped preprint servers are blocking bad coronavirus research. 130–131 <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01394-6> (2020).
113. Hutson, M. Artificial-intelligence tools aim to tame the coronavirus literature. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01733-7> (2020).
114. CORD-19: COVID-19 Open Research Dataset — Allen Institute for AI. [https://allenai.org/data/\[id\]?id=cord-19](https://allenai.org/data/[id]?id=cord-19) (2020).
115. CORD-19 Search. <https://cord19.aws/> (2020).
116. Who We Are | COVID-19 HPC Consortium. <https://covid19-hpc-consortium.org/who-we-are> (2020).
117. Compound screening to repurpose FDA-approved drugs against SARS-CoV-2 catalytic enzymes | COVID-19 HPC Consortium. <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5f22e8411ca757007c256c16> (2020).
118. Designing inhibitors of SARS-CoV 2 spike protein folding | COVID-19 HPC Consortium. <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5ee3eccb8d5e6f0083eead37> (2020).
119. Aiding the SARS-CoV-2 detection through novel CRISPR-Cas genome-editing systems | COVID-19 HPC Consortium. <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5ec59e38d45e4e008106eaa2> (2020).
120. Fight Covid19 | XPRIZE. <https://www.xprize.org/fight-covid19?newtab=0> (2020).
121. Eurosurveillance | GISAIID: Global initiative on sharing all influenza data – from vision to reality. <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.13.30494?crawler=true> (2020).

122. Peach, K. & Gray, I. 5 ways collective intelligence can help beat coronavirus in developing countries. <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/five-ways-collective-intelligence-can-help-beat-coronavirus-in-developing-countries/> (2020).







ملاحق

## ملحق أ: ملخص إطار منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية

حالات الاستخدام	القسم
الإنذار المبكر	الاكتشاف
التشخيص	
التنبؤ	الوقاية
المراقبة	
إدارة المعلومات	
التوصيل	الاستجابة
أتمتة الخدمات	
المتابعة	التعافي
المنصات التشاركية	تسريع البحث
توقع الأدوية	
الوصول إلى قواعد البيانات في علم الأوبئة	
القدرة الحاسوبية	
مناهج مبتكرة	



ملحق ب:  
ملخص إطار  
جارتنر

القسم	حالات الاستخدام
الكشف المبكر	الكشف المبكر الآلي والمتابعة الآلية
	توقع انتشار الوباء
	التتبع الآلي للمخالطين
	متابعة وتوقع مناعة القطيع
الاحتواء	التخفيف المستهدف
	تحسين المعلومات العامة والتواصل الجماهيري
	تحليل السلوك
	فرض الاحترازات التنبؤية
	المراقبة باستخدام استخدام الكاميرات
	كشف "الأخبار المزيفة" والمعلومات المضللة
	التطبيقات الروبوتية الطبية
الفرز والتشخيص	التشخيص الطبي المعزز
	الفرز المعزز
	الفرز الذاتي وبرامج الدردشة الآلية
عمليات الرعاية الصحية	مراقبة المرضى والتنبيه عن بُعد
	تحسين موارد المستشفيات
	إدارة تدفق المرضى والقدرات الصحية
البحث والتطوير في مجال اللقاحات	استرجاع المعلومات
	التنسيق والتعاون
	أبحاث اللقاح المعزز





## ملحق ج: ملخص إطار مجموعة من الباحثين

القسم	حالات الاستخدام
المستوى الجزئي	توقع تركيبة البروتين
	استخدام أدوية حالية
	اكتشاف الأدوية والعقاقير
	فهم طبيعة الفيروس
المستوى السريري	التشخيص باستخدام الأشعة
	التشخيص باستخدام أدوات غير طبية
	توقع فرز نتائج المرضى
المستوى الاجتماعي	النمذجة والتنبؤ
	التقسيم
	نمذجة أثر السياسة العامة
	تقييم المخاطر
	الانتشار والتفاعل مع المعلومة
	خطاب الكراهية



ملحق د:  
ملخص الربط  
بين المصادر  
الثلاث

القسم	حالات الاستخدام عند		
	منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	جارتنر	مجموعة من الباحثين
الاكتشاف	الإنذار المبكر	الإنذار المبكر الآلي	-
	التشخيص	التشخيص الطبي المعزز	التشخيص باستخدام الأشعة
			التشخيص باستخدام أدوات غير طبية
الوقاية	التنبؤ	توقع انتشار المرض	النمذجة والتنبؤ
		الفرز المعزز	توقع وفرز نتائج المرضى
	المراقبة	التخفيف المستهدف	-
		متابعة وتوقع مناعة القطيع	-
		التتبع الآلي للمخالطين	تقييم المخاطر
	إدارة المعلومات	فرض الاحترازمات التنبؤية	نمذجة أثر السياسة العامة
		المراقبة باستخدام الكاميرات	-
		تحسين المعلومات العامة والتواصل الجماهيري	-
		كشف "الأخبار المزيفة" والمعلومات المضللة	الانتشار والتفاعل مع المعلومة
		انتشار خطاب الكراهية	
الاستجابة	التوصيل	التطبيقات الروبوتية الطبية	-
	أتمتة الخدمات الصحية	الفرز الذاتي وبرامج الدردشة الآلية	-
	-	مراقبة المرضى والتنبيه عن بعد	-
	-	تحسين موارد المستشفيات	-
	-	إدارة تدفق المرضى والقدرات الصحية	-
التعافي	المتابعة	-	-
البحث والابتكار	توقع الأدوية	أبحاث اللقاح المعزز	توقع تركيبة البروتين
			اكتشاف الأدوية والعقاقير
			استخدام أدوية حالية
			فهم طبيعة الفيروس
	الوصول إلى قواعد البيانات في علم الأوبئة	استرجاع المعلومات	-
			-
			-
			-
القدرة الحاسوبية	-	-	
المنصات التشاركية	التنسيق والتعاون	-	
مناهج مبتكرة	-	-	

## ملحق هـ: قائمة بأسماء تطبيقات تتبع المخالطين<sup>1</sup>

الدولة	اسم التطبيق	نسبة التحميل المعلنة	التقنية المستخدمة	لدى المستخدم حرية رفض عدم استخدامه	توجد قيود ضد استخدام البيانات للأغراض أخرى	تمسح البيانات عند انتهاء الحاجة للأغراض الصحة العامة	التتبع لا يتجاوز حاجة مكافحة COVID-19؟	هوية المستخدم مخفية	مركزي أو لامركزي
الجزائر	Algeria's App	-	-	-	-	-	-	-	-
الإمارات	<a href="#">Trace-Covid</a>	-	بلوتوث	لا	-	-	نعم	لا	لامركزي
البحرين	<a href="#">BeAware</a>	25%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	نعم	نعم	-	لا	لا	مركزي
التشيك	<a href="#">eRouska</a>	2%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
الدنمارك	<a href="#">Smittes-topp</a>	11%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
الصين	<a href="#">Chinese health code system</a>	-	الموقع الجغرافي	لا	لا	لا	لا	لا	مركزي
الفلبين	<a href="#">StaySafe</a>	2%	بلوتوث	نعم	-	-	لا	لا	لامركزي
الكويت	<a href="#">شلونك</a>	-	الموقع الجغرافي	نعم	-	لا	لا	لا	مركزي
المكسيك	<a href="#">CovidRadar</a>	0%	بلوتوث	نعم	-	لا	لا	لا	مركزي
السعودية	<a href="#">توكلنا</a>	21%	الموقع الجغرافي	-	-	-	لا	لا	-
السعودية	<a href="#">تباعد</a>	-	بلوتوث	نعم	-	-	نعم	لا	لامركزي
النرويج	Smittes-topp	3%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	نعم	نعم	نعم	لا	لا	مركزي
النمسا	<a href="#">Stopp Corona</a>	7%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي

<sup>1</sup> المصدر: (MIT Technology Review) ومحدث حتى تاريخ 23 ديسمبر 2020م

الدولة	اسم التطبيق	نسبة التحميل المعلنه	التقنية المستخدمة	لدى المستخدم حرية رفض عدم استخدامه	توجد قيود ضد استخدام البيانات لأغراض أخرى	تمسح البيانات عند انتهاء الحاجة للأغراض الصحة العامة	التتبع لا يتجاوز حاجة مكافحة COVID-19؟	هوية المستخدم مخفية	مركزي أو لامركزي
الهند	<a href="#">Aarogya Setu</a>	12%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	لا	لا	نعم	لا	نعم	مركزي
اليابان	<a href="#">COCOA</a>	6%	بلوتوث	نعم	-	نعم	نعم	نعم	مركزي لا
إستونيا	Estonia's App	-	بلوتوث	نعم	-	-	نعم	-	مركزي لا
إسرائيل	<a href="#">HaMagen</a>	23%	الموقع الجغرافي	لا	نعم	نعم	نعم	نعم	مركزي
إندونيسيا	<a href="#">PeduliLindungi</a>	2%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	نعم	لا	لا	لا	لا	مركزي
إيران	<a href="#">AC19</a>	0%	الموقع الجغرافي	نعم	-	-	لا	لا	-
إيرلندا الشمالية	<a href="#">Stop-COVID NI</a>	-	بلوتوث	نعم	-	-	-	-	مركزي لا
إيطاليا	<a href="#">Immuni</a>	16%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	مركزي لا
أستراليا	<a href="#">COVID-Safe</a>	29%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	لا	مركزي لا
ألمانيا	<a href="#">Corona Warn-App</a>	22%	بلوتوث	نعم	-	نعم	نعم	نعم	مركزي لا
أيرلندا	<a href="#">Covid Tracker</a>	-	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	مركزي لا
أيسلندا	<a href="#">Rakning C-19</a>	38%	الموقع الجغرافي	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	-
بريطانيا	<a href="#">NHS COVID-19 *App</a>	29%	بلوتوث	-	-	-	-	-	مركزي لا
بلجيكا	CoronaAlert	8%	بلوتوث	نعم	-	-	-	-	مركزي لا



الدولة	اسم التطبيق	نسبة التحميل المعلنه	التقنية المستخدمة	لدى المستخدم حرية رفض عدم استخدامه	توجد قيود ضد استخدام البيانات لأغراض أخرى	تمسح البيانات عند انتقاء الحاجة للأغراض الصحة العامة	الالتبع لا يتجاوز حاجة مكافحة COVID-19؟	هوية المستخدم مخفية	مركزي أو لامركزي
بلغاريا	<a href="#">Virusafe</a>	1%	الموقع الجغرافي	نعم	نعم	نعم	لا	نعم	مركزي
بولندا	<a href="#">ProteGO</a>	2%	بلوتوث	نعم	-	نعم	نعم	نعم	لامركزي
تايلاند	<a href="#">MorChana</a>	5%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	-	-	-	لا	لا	لامركزي
تركيا	<a href="#">Hayat Eve Sığar</a>	17%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	لا	لا	لا	نعم	لا	مركزي
تونس	<a href="#">احمي Beat</a>	0%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	-	-	مركزي
جبل طارق	<a href="#">Covid Gibraltar</a>	27%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
سنغافورة	<a href="#">Trace Together</a>	80%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	مركزي
سويسرا	<a href="#">Swiss-Covid</a>	6%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
غانا	<a href="#">GH COVID-19 Tracker</a>	-	الموقع الجغرافي	نعم	لا	-	لا	لا	-
فرنسا	<a href="#">StopCovid</a>	4%	بلوتوث	نعم	-	نعم	نعم	نعم	مركزي
فنلندا	<a href="#">Ketju</a>	45%	بلوتوث	نعم	-	-	نعم	نعم	لامركزي
فيتنام	<a href="#">BlueZone</a>	21%	بلوتوث	نعم	-	لا	لا	نعم	لامركزي
فيجي	<a href="#">CareFiji</a>	3%	بلوتوث	نعم	-	-	نعم	نعم	لامركزي
قبرص	<a href="#">CovTracer</a>	1%	الموقع	نعم	لا	نعم	نعم	نعم	لامركزي

الدولة	اسم التطبيق	نسبة التحميل المعلنة	التقنية المستخدمة	لدى المستخدم حرية رفض عدم استخدامه	توجد قيود ضد استخدام البيانات لأغراض أخرى	تمسح البيانات عند انتهاء الحاجة للأغراض الصحة العامة	التتبع لا يتجاوز حاجة مكافحة COVID-19؟	هوية المستخدم مخفية	مركزي أو لامركزي
قطر	<a href="#">احتراز</a>	91%	بلوتوث، الموقع الجغرافي	لا	-	لا	لا	لا	مركزي
كندا	COVID Alert	14%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
ماليزيا	<a href="#">MyTrace</a>	0%	بلوتوث	نعم	-	-	لا	لا	مركزي
مقدونيا الشمالية	<a href="#">StopKorona</a>	-	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لامركزي
نيوزيلندا	<a href="#">NZ COVID Tracer</a>	12%	بلوتوث	نعم	نعم	نعم	لا	نعم	مركزي
هنغاريا	<a href="#">VirusRadar</a>	0%	بلوتوث	نعم	-	نعم	نعم	نعم	مركزي

