مجلـــة جديد الاقتصاد
ISSN : 1112-7341
المجلد17/ العـــــــدد:01(2022)، ص 290– 315

دور البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في المعركة ضد جائحة COVID-19– استعراض بعض الأبحاث العالمية في الميدان–

The role of big data and artificial intelligence in the battle against the pandemic COVID-19- a review of some global research

قريشي هاجر[1]، قريشي محمد الصالح[2]

[1] جامعة عبد الحميد مهري قسنطينة2 (الجزائر)، hadjer.korichi@univ-constantine2.dz

[2] جامعة عبد الحميد مهري قسنطينة2 (الجزائر)، mohamed.korichi@univ-constantine2.dz

تاريخ الاستلام: 2022/10/24 تاريخ القبول: 2022/12/23 تاريخ النشر: 2022/12/31

ملخص:

تأتي هذه الدراسة في محاولة لإبراز الدور الذي تلعبه تقنيتا البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في المساعدة على فهم تطور جائحة فيروس كورونا والتخفيف من آثارها، ووضع التدابير الوقائية والعلاجية لمواجهتها. وهذا من خلال تسليط الضوء على مجموعة من الأعمال البحثية العالمية والتي استخدمت هاتين التقنيتين في تطوير عديد النماذج والتطبيقات في مجال التنبؤ بانتشار الجائحة، وفي رصد وتتبع انتشار الفيروس وكذا في عملية التشخيص المبكر للمرض والعلاج للحالات المصابة بالفيروس، واكتشاف الادوية وتطوير اللِّقاحات.

وقد اعتمدت هذه الدراسة المنهج الوصفي الاستقرائي والذي تم في سياقه الاستعانة بما نشر من أعمال وبحوث من اجل تسليط الضوء على دور البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في مواجهة فيروس كورنا المستجد.

كلمات مفتاحية: البيانات الضخمة، الذكاء الاصطناعي، جائحة فيروس كورونا

تصنيفات JEL : I12،

Abstract:

This study aims to highlight the role that big data and artificial intelligence technologies plays in helping to understand the evolution of the COVID-19 pandemic, mitigating its effects, and developing the necessary preventive and curative measures to counter it. Through highlighting a range of global research works that has used these two technologies in developing several models and applications in predicting the spread of the pandemic, in monitoring and tracking it, as well as in the process of early diagnosis of the disease and treatment of infected cases, drug discovery and vaccine development.

The study adopted an inductive descriptive method through which the research works was used in order to shed light on the role of big data and artificial intelligence in confronting the emerging corona virus.

Keywords: Big Data, Artificial Intelligence, COVID-19 pandemic.

.

JEL Classification Codes: I12,

المؤلف المرسل: قريشي هاجر، **الإيميل**: hadjer.korichi@univ-constantine2.dz

1. مقدمة:

تسبب مرض فيروس كورونا المستجد -كوفيد -19 في حدوث فوضى هائلة حول العالم، مما أثر على حياة الناس وتسبب في عدد كبير من الوفيات. منذ اكتشاف الحالات الأولى، انتشر المرض في كل بلد تقريبا، مما تسبب في وفاة أكثر من 18 مليون شخص ما بين مطلع 2020 ونهاية 2021. في هذا الصدد اقترحت حكومات العديد من الدول سياسات تدخل للتخفيف من آثار الجائحة، وقد ساهم العلم والتكنولوجيا بشكل كبير في تنفيذ هذه السياسات في هذا الوقت الفوضوي غير

المسبوق، وهذا من خلال استخدام تقنيات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في العديد من الأعمال البحثية التي تم اطلاق معظمها على وجه السرعة؛ من أجل بناء نماذج تنبؤيه تفيد في الانذار المبكر باحتمالات انتشار فيروس كورونا المستجد ، وهو ما يفيد الحكومات والهيئات الصحية في مراقبة تفشي الفيروس مستقبلا ، وكذا رصد وتتبع انتشاره في الوقت الحقيقي، خاصة في الاماكن القريبة من مركز الوباء، وتطوير التدابير الوقائية والعلاجية اللازمة لمواجهته.

تركز هذه المقالة على دور البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في المعركة ضد جائحة كوفيد-19؛ حيث تستعرض مختلف الدراسات البحثية المستخدمة لهده التقنيات والتي قام بها باحثون في مختلف دول العالم، وهذا في مجالات التنبؤ بالانتشار، تتبع الاصابات، وتشخيص الحالات المصابة، وتحديد العلاج المحتمل.

الاشكالية:

مما سبق تتبلور معالم اشكالية الدراسة المتمثلة في :

ما هو دور البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في مواجهة فيروس كورنا المستجد؟

تتفرع من التساؤل الرئيسي مجموعة من الأسئلة الفرعية:

- ما لمقصود بالبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي؟
- ما العلاقة التي تربط بين الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة؟
- الى أي مدى أسهمت الدراسات البحثية المستخدمة لتقنيات البينات الضخمة والذكاء الاصطناعي، في مكافحة فيروس كورونا المستجد **COVID-19** على مستوى العالم في المجالات الآتية: التنبؤ بالانتشار، تتبع الاصابات، وتشخيص الحالات المصابة، وتحديد العلاج المحتمل.

- **فرضيات الدراسة:** للاجابة عن الاشكالية المطروحة تمت صياغة مجموعة من الفرضيات، والتي جاءت على النحو الآتي :

***الفرضية الرئيسية**

– تلعب تقنيتا البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي دورا مهما في مكافحة فيروس كورونا من خلال دعم عمليات التشخيص المبكر للحالات المصابة بالفيروس، وتحديد نوع العلاج المطلوب.

*** الفرضيات الفرعية:**

- تتمثل البيانات الضخمة في الصورة الخام للمعلومات قبل عمليات الفرز والترتيب والمعالجة. أما الدكاء الاصطناعي فيمثل الأنظمة أو الأجهزة التي تحاكي الذكاء البشري لأداء المهام.
- تعتبر البيانات الضخمة بمثابة الوقود الدي تعمل به الدكاء الاصطناعي.
- ساعدت البحوث والدراسات المستخدمة لتقنيتي الدكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة في فهم تطور جائحة كورونا والتخفيف من تداعياتها وتطوير التدابير الوقائية والعلاجية اللازمة لمواجهتها.

أهداف الدراسة:

يهدف البحث أساسا الى تسليط الضوء على مختلف الدراسات البحثية على مستوى العالم المستخدِمة لتقنيات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي، ومدى اسهامها في مكافحة فيروس كورونا المستجد.

أهمية الدراسة:

تنبثق أهمية الدراسة من حداثة الموضوع الذي تعالجه؛ حيث شهد موضوع الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة تطوّرًا لافتًا في السنوات القليلة الماضية، وبات يشكّل رأس حربةٍ في مواجهة التحديات التي نواجهها على كوكب الأرض، آخرها وباء كورونا الذي بات الشغل الشاغل للعالم، حيث تكرر الحديث في الصحافة العلمية

والمجتمع العلمي عن الآمال الكبيرة في إمكانية استخدام علوم البيانات والذكاء الاصطناعي لمواجهة هذا الوباء، تزامنًا مع استمرار انتشاره حول العالم، وارتفاع عدد الإصابات بشكل كبير.

كما أن موضوع فيروس كورونا يعتبر موضوع الساعة وبالتالي الدراسات والأبحاث الأكاديمية حول الموضوع قليلة، ومنه تكتسي هذه الدراسة أهمية بالغة باعتبارها مرجعا أكاديميا يعتمد عليه الباحثون في دراساتهم المستقبلية.

منهجية الدراسة:

بغية الإجابة عن إشكالية الدراسة؛ تم الاعتماد على المنهج الوصفي الاستقرائي الذي يتلاءم وطبيعة موضوع الدراسة، والذي تم في سياقه الاستعانة بما نشر من أعمال وبحوث عبر الانترنت من اجل تسليط الضوء على دور البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في مواجهة فيروس كورنا المستجد.

2. ماهية الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة

1.2 الذكاء الاصطناعي: Artificial Intelligence:

1.1.2 **المفهوم**: تعددت التعاريف المقدمة لمفهوم الذكاء الاصطناعي ويرجع ذلك الى اختلاف وجهات نظر الباحثين والمتخصصين حول مفهومه، والى تباين مجالاتهم البحثية إذ يعد حقل الذكاء الاصطناعي حقلا واسعا يشتمل علم الحاسبات والاعلام الآلي، العلوم الطبية، العلوم الاقتصادية والادارية... وغيرها. ومن أهم التعريفات المقدمة ضمن هذا الصدد نجد:

الدكاء الاصطناعي هو:"نوع من فرع علم الحاسبات الذي يهتم بدراسة وتكوين منظومات حاسوبية تظهر بعض صيغ الذكاء، وهذه المنظومات لها القابلية على استنتاجات مفيدة جدا حول المشكلة الموضوعة كما تستطيع هذه المنظومات فهم

اللغات الطبيعية أو فهم الادراك الحي وغيرها من الامكانيات التي تحتاج ذكاء متى ما نفذت من قبل الانسان''.(خوالد، 2020، صفحة 12)

كما عُرف الدكاء الاصطناعي على أنه'' التيار العلمي والتقني الدي يضم الطرق والنظريات والتقنيات التي تهدف الى انشاء آلات قادرة على محاكاة الذكاء''. (قمورة، 2018، صفحة 5)

مما تقدم يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بصفة عامة على انه الذكاء الذي تبديه الآلات والبرامج بما يحاكي القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها، مثل القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج في الآلة.

2.1.2 تطبيقات الذكاء الاصطناعي:

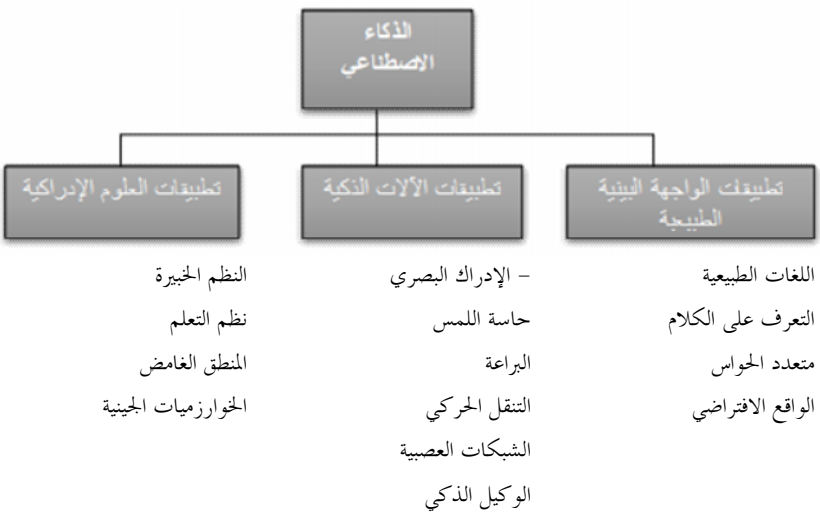
للذكاء الاصطناعي عدة مواضيع يطبق فيها نذكر بعضها في النقاط التالية: (خوالد، 2020، صفحة 37)

- تصميم النظم الخبيرة؛
- الاستدلال (المنطقي)؛
- الألعاب؛
- تمثيل المعرفة؛
- التعلم؛
- الروبوتات، الرؤية، الصورة؛
- التعرف على الكلام والكتابة؛
- التفاعل بين الشخص والآلة؛
- فهم اللغات الطبيعية؛
- نظام متعدد المواهب؛
- التخطيط،
- التخلص من القيود؛

- الشبكات العصبية.

وبصفة عامة يمكننا حصر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ثلاث مجالات رئيسية وهي: تطبيقات العلوم الإدراكية Cognitive science Applications، تطبيقات الآلات **الذكية** Robotics Applications، تطبيقات الواجهة البينية الطبيعية Natural Interface Applications ، وهو ما يبينه الشكل الموالي:

الشكل رقم (01): تطبيقات الذكاء الاصطناعي



المصدر: (خوالد، 2020، صفحة 38)

إذن يتضح لنا من خلال الشكل أن لتقنية الذكاء الاصطناعي مجموعة واسعة من التطبيقات في الحقول العلمية والنظرية المختلفة، ويتفق جل الباحثين والمتخصصين أن للذكاء الاصطناعي أربعة تطبيقات أساسية تشمل:

– الأنظمة الخبيرة :(**ES**) وهو نظام معلومات يعتمد على المعرفة بحيث يستخدم معرفته حول تطبيق معين معقد ويتصرف كاستشاري خبير لصالح المستخدم النهائي.

– نظم الشبكات الاصطناعية الخبيرة :(**NNS**) وهي نماذج في غاية الدقة تحاكي النظام العصبي البشري في أداء مهمات معينة.

– نظم المنطق الغامض :(**FLS**) وهي نماذج حاسوبية تختص بمعالجة البيانات الغامضة، أي أنها تعالج البيانات الوسيطة التي لا يمكن معالجتها عبر برامج الحاسوب التقليدية التي تعمل بالقيم البنائية.(... (right, rong); (on,of); (yes,no); (1,0)) .

–نظم الخوارزميات الجينية :(**GAS**) وهي نظم تستخدم برامج المزج بين المفاهيم الداروينية (الانتخاب الطبيعي والبقاء للأصلح) مع الرياضيات لإيجاد أفضل الحلول للمشكلة.

2.2 – تقنية البيانات الضخمة BIG DATA TECHNOLOGY

العديد من الخبراء والمختصين ينظرون إلى البيانات بأنها "نفط المستقبل" ذلك مع ظهور مجموعة من العلوم الجديدة، مثل التنقيب في البيانات التي تهتم بالصورة الخام للبيانات ومعالجتها وتحويلها في شكل يمكن الاستفادة منها في مجالات المعرفة والذكاء الاصطناعي وفروعها المختلفة، من تعلم الآلة والتعلم العميق. حيث يمكن القول أن البيانات هي الأساس أو الوقود لتلك العلوم التي لم تكن تحظى بكثير من النجاح في تلك الفترة، مثل ما هو الحال في الوقت الحاضر، ذلك لان حجم البيانات ومصادرها التي كانت موجوده آنذاك لم تكن بنفس الكمية والعدد الموجود اليوم، نتيجة للتحول الرقمي والاعتماد على الخدمات الإلكترونية الأنظمة الذكية واستخدام مواقع التواصل الاجتماعي بشكل أساسي ويومي، والتوجه نحو الشراء الإلكتروني، علما ان حجم البيانات تضخم بشكل غير مسبوق حيث تشير الإحصاءات إلى أن 90 %من البيانات المتوفرة اليوم تم إنتاجها خلال السنوات القليلة الماضية وهي في زيادة مستمرة . ((World Economic Forum, 2019

1.2.2 تعريف البيانات الضخمة: تختلف وتتنوع التعريفات والمفاهيم لهدا المجال ما بين الخبراء والشركات والمنظمات المتخصصة، حيث يعرف ***معهـــــد ماكنـــــزي***

العالـــــي البيانات الضخمة، على أنها : مجموعة من البيانات التي يفوق حجمها القدرة على معالجتها باستخدام أدوات قواعد البيانات التقليدية ، من التقاط ومشاركة ونقل وتخزين وإدارة وتحليل في غضون فترة زمنية مقبولة. (مركز الإحصاء، صفحة 4)

حسب ***شركة*** (IBM) تنشأ البيانات الضخمة عن طريق كل شيء من حولنا في كل الأوقات، كل عملية رقمية وكل تبادل في وسائل التواصل الاجتماعي ينتج البيانات الضخمة، التي تتناقلها الأنظمة أجهزة الاستشعار والأجهزة النقالة. البيانات الضخمة لها مصادر متعددة تختلف من حيث السرعة والحجم والتنوع . لكي نستفيد من البيانات الضخمة نحتاج إلى معالجة مثالية وقدرات تحليلية ومهارات.

أما ***الاتحاد الدولي للاتصالات*** فعرف البيانات الضخمة على أنها مجموع البيانات التي تتميز بأنها فائقة حجما و سرعة وتنوعا، بالقياس الى أنواع مجموعات البيانات معهودة الاستخدام. (شلاح رامي، 2022)

مما سبق يمكن تعريف "البيانات الضخمة" على أنها البيانات ذات الأحجام الكبيرة التي توجد في صور عالية التعقيد؛ بحيث تصعب معالجتها تحليلها لتحقيق الاستفادة منها من خلال نظم قواعد البيانات أو البرمجيات والتطبيقات الإحصائية التقليدية، وهذا النوع من البيانات يحتاج الى نوع من البرمجيات المتوازية التي تعمل على مئات وربما آلاف الخوادم .

2.2.2 خصـــائص البيانـــات الضـــخمة:

الكثـــير يعتقـــد أن خصـــائص البيانـــات الضـــخمة تصـــنف وفقـــا للحجـــم فقط لكنهـــا في الحقيقـــة تصـــنف وفقـــا لمبـــدأ (4V's)ويتكـــون مـــنvolume ، variety ، velocity، veracity بمعنى الحجم، التنوع، السرعة والموثوقية:

-**الحجـــم**:(volume) هو العامل الرئيس في وصف البيانات أنها ضخمة بحيث يتعدى حجمها واحد تيرا بايت .

– **التنوع** :(variety) تنوع البيانات ما بين مهيكلة وغير مهيكلة.

– **السرعة** (Velocity) : إنتاج معدلات مرتفعة من البيانات في كل لحظة.

– **الدقة / الموثوقية** : (Veracity) أن تكون البيانات موثوقة وصحيحة.

وهناك من يصنفها الى 10 خصائص: (محمود عبد السلام، 2021، الصفحات 18-19)

من حيث الحجم (volume)، التنوع (variety)، السرعة (Velocity)، الموثوقية (Veracity)، القيمة (value)، التمثيل البصري (Visualization)، التباين (Variability)، الثغرة الأمنية (Vulnerability)، الجودة/المصداقية (Validity)، التقلب (Volatility).

الشكل رقم (02): ملخص خصائص البيانات الضخمة

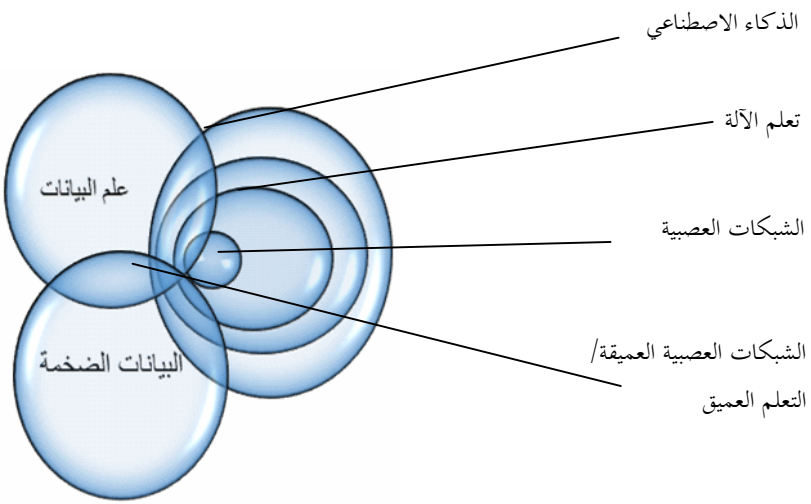
المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على: (محمود عبد السلام، 2021، الصفحة19)

3. الارتباط بين الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة:

كان العالم غارقا بالفعل فيما لديه من أحجام ضخمة من البيانات التي لا يدرك جدواها. ثم حينما ظهر مصطلح البيانات الضخمة، انتبه الجميع الى أن ما لديهم من البيانات المخزنة يمثل ثروة ضخمة يمكن – ادا تم تحليلها بشكل صحيح–الاستفادة منها في إيضاح رؤى جديدة واتخاد قرارات أكثر رشدا للصناعة التي تنتمي اليها هده البيانات. وسرعان ما أدرك أخصائيو المعلومات ان مهمة غربلة وتحليل هدا الكم الضخم من البيانات لا يقدر عليها العقل البشري، وهو ما اوجد الحاجة الى تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي لإنجاز تلك المهمة.

ولدا فان قدرة الذكاء الاصطناعي على العمل بشكل يواكب متطلبات تحليل البيانات الضخمة هي السبب الرئيسي الدي يجعل الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة لا ينفصلان في كثير من التطبيقات. فالبيانات الضخمة هي شريان حياة الذكاء الاصطناعي، فهو يحتاج الى التعلم منها ليتمكن من أداء وظيفته، أي لكي يكون أكثر ذكاءا. وعلى جانب آخر فان البيانات الضخمة تزداد فائدتها ادا تم استخدامها في خوارزميات الدكاء الاصطناعي. (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، صفحة 252) ويوضح الشكل الموالي تصورا للعلاقة بين البيانات الضخمة وبين الدكاء الاصطناعي بفروعه المختلفة.

الشكل رقم (03): العلاقة بين البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي



المصدر: (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، صفحة 252)

4. دور تقنية البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في مواجهة فيروس كورونا – استعراض أهم الأبحاث العالمية–

بهدف المساعدة في فهم تطور جائحة كوفيد 19 والتخفيف من تداعياتها، ومن أجل تطوير التدابير الوقائية والعلاجية اللازمة لمواجهتها؛ تم إطلاق عدد من الأعمال والدراسات البحثية المستخدمة لتقنيات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والتي استهدفت التنبؤ بانتشار الفيروس، تتبع عدد الاصابات، تشخيص الحالات المصابة، وتحديد العلاج المحتمل. ونشير فيما يلي الى أهم هذه الأبحاث:

1.4 التنبؤ بانتشار فيروس كورونا (الانذار المبكر) :

في بداية الوباء ساعد التحليل التنبؤي للفيروس –الذي انتشر بمدينة *ووهان* الصينية–في تقييم الكيفية التي يمكن للفيروس أن ينتشر من خلالها في جميع أنحاء العالم، وفي الوقت الذي كان لا يزال من الصعب فهم قدرات وخطورة الفيروس تماما لكن ومن خلال تحليل البيانات الضخمة صار بالامكان معرفة أن وباءا عالميا قادم. وطوال فترة الوباء وحتى الآن ساعد هذا التحليل التنبؤي المبني على البيانات في توقع الموجات التالية للمرض في العديد من البلدان، كما أصبح بالإمكان أيضا تقييم التأثير المتوقع لكل موجة من خلال فهم نقاط البيانات، مثل البنية التحتية للرعاية الصحية والكثافة السكانية في هذا البلد أو ذاك، و لم يكن كل هذا ممكنا قبل بضعة عقود.

ونظرا لأهمية التنبؤ في عملية التخطيط في مجال الرعاية الصحية؛ تسابق العديد من الباحثين في مختلف دول العالم لتطوير "نماذج تنبؤ بفيروس كورونا" بالاستعانة بتقنيات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي. نستعرض بعضا منها فيما يلي:

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحذر من الأوبئة القادمة ويعطينا الوقت الكافي للاستعداد، على سبيل المثال، قام باحثون يعملون في شركة "بلودوت Blue Dot الكندية، بتطوير خوارزمية مدعومة بالذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة ومعالجة اللغة الطبيعية، لتحليل المعلومات من العديد من المصادر وتتبع أكثر من مائة من الأمراض المعدية، وقد اكتشف الباحثون ما اعتبر آنذاك تفشيا لالتهاب الرئوي في ووهان الصينية في 31 ديسمبر 2019 وحددت المدن التي من المرجح أن تواجه هذا الوباء، كما تنبأت بأماكن تفشيه في المدن الآسيوية الأخرى من خلال تحليل مسارات المسافرين ومسارات الطيران.

وفي دراسة صينية ، أجراها *يانج و آخرون* استخدمت بيانات هجرة السكان لتعبئة نموذج العدوى المستخدم مقترنة بخوارزميات الذكاء الاصطناعي التي دربت على بيانات فيروس سارس، من اجل التنبؤ بمنحى جائحة كورونا المستجد – COVID

19 و قد أثبتت تلك الدراسة ان تأخير تنفيذ التدابير الصحة العامة الصارمة التي اعتمدتها السلطات الصينية لمدة خمسة أيام كان سيؤدي إلى زيادة حجم الوباء بنسبة ثلاث مرات، و أن التخفيف من إجراءات التباعد الاجتماعي ، او إلغاءها ، كان سيتسبب في ارتفاع عدد الإصابات إلى الذروة مرة ثانية بحلول منتصف مارس حتى أواخر أفريل . (Zifeng Yang, 2020)

وفي دراسة صينية أخرى تم استخدام البيانات الضخمة المتعلقة بتفشي المرض التي أمكن الحصول عليها من مصادر موثوقة، مثل اللجان الصحية الوطنية الإقليمية والبلدية الصينية في تنفيذ النمذجة الوبائية التي تستهدف تفسير الأعداد التراكمية للأشخاص المصابين وللحالات التي تم شفاؤها، وذلك في عدة مدن صينية هوبي ويوهان وبكين وشنغهاي. وأجريت عمليات محاكاة للتنبؤ باتجاه تفشي الفيروس أي تحديد المناطق المعرضة لخطر الوباء والكشف عن التجمعات السكانية التي تزداد فيها حالات الإصابة، بما أسهم في إنجاح حملات مكافحة الوباء.

وفي دراسة بريطانية جديدة تسمى-ISARIC4C – تقوم بجمع البيانات الضخمة عن مرضى كورونا من أكثر من 250 مستشفى في بريطانيا، تَعتبر أن القدرة على التنبؤ بشكل أفضل بالمرضى الذين سيصابون بمرض خطير ستسمح للمستشفيات باستخدام مواردها بشكل أكثر فعالية، وإذا تسلحت هذه الأخيرة بهذه المعلومات، يمكنها عندها التوقف عن قبول المرضى المعرضين للخطر وتجنب إعطاء العلاجات غير الضرورية. وبالنسبة للمرضى المعرضين لخطر كبير، يمكن لهذه المعلومات أن توجه الأطباء حول كيفية ووقت علاجهم.

وقد شرع الباحثون المشاركون في هذه الدراسة في انشاء نموذج تنبؤ باستخدام بيانات أخذت من حوالي 75000 مريض في جميع انحاء انجلترا، وهو نموذج مصمم للتنبؤ بخطر دخول شخص بالغ إلى المستشفى مصاباً بفيروس كورونا يتطلب دعماً للتنفس أو يحتاج إلى عناية مركزة أو يموت أثناء إقامته في المستشفى.

وقال الباحثون البريطانيون إنهم اختبروا دقة التنبؤات في مرضى كورونا في المستشفيات عبر تسع مناطق تابعة لـــخدمة الصحة العامة في إنجلترا واسكتلندا وويلز. وأظهرت تحليلاتهم أن تنبؤات النموذج تتطابق بشكل وثيق مع النتائج المرصودة للمرضى. فعلى سبيل المثال، باستخدام مقياس يسمى "منحدر المعايرة" لمعرفة مدى توافق التنبؤات مع النتائج الحقيقية، سجل النموذج 0.96 مقارنة بالدرجة المثالية 1. وقدمت هذه النتائج دليلاً مشجعاً على أن النموذج يمكن أن يوجّه بشكل مفيد عملية صنع القرار الطبي في كل المناطق. (مزاحم، 2021)

وفي الولايات المتحدة، أجريت دراسة بحثية، تم فيها تحليل البيانات الضخمة التي جمعت على نطاق واسع من مدن الولايات المتحدة الامريكية بغرض التعلم منها بما يمكن من حساب أخطاء التنبؤ. ومن ثم تحسين نمذجة البيانات وهو ما يؤدي الى تحسين جودة التقدير المستقبلي سواء بالنسبة لهذا الفيروس او لأي أوبئة مشابهة (Heroy, 2020) .

وفي دراسة بحثية أخرى قام بها باحثون بالولايات المتحدة باستخدام مجموعة بيانات مستخرجة من مستودع *جامعة* هوبكنز الأمريكية وهي البيانات التي تتضمن الحالات المؤكدة للوفاة والحالات التي تم شفاؤها على مستوى دول العالم، لبناء نماذج للتنبؤ باستخدام تقنية "تعلم الالة". وقد خلصت الدراسة البحثية الى الى انه يمكن باستخدام تقنيات تحليل البيانات تقدير احتمالات تفشي المرض على فترات قصيرة (اي اسبوعين). وهو ما يفتح الباب أمام التوسع في بناء نماذج أكبر وفي الوقت نفسه اطول مدى. (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، صفحة 254)

وفي دراسة حديثة قامت بها باحثة بقسم علوم الحاسوب وهندسة البرمجيات بكلية تقنية المعلومات في جامعة الإمارات ومؤسسة مختبر أنظمة الحوسبة الموزعة الذكية، والتي طورت فيها نموذجا للتنبؤ بانتشار كورونا بواسطة الذكاء الاصطناعي

والتعلم الآلي. حيث نشرت نتائج البحث بعد استكمال تجاربه المخبرية ونتائج البيانات الواردة من 187 دولة حول العالم. ويعتمد النموذج على التنبؤ بانتشار الأمراض المعدية مما يساعد على توقيت إنهاء العزل الاجتماعي، وتحديد عدد وحدات العناية المركزة ويقوم النموذج بتعديل النتائج حسب البيانات المدخلة والتي تمثل إمكانيات الدولة التي يتم تطبيق النظام عليها. (اسماعيل، 2020).

2.4 تتبع انتشار الاصابة بالفيروس:

قامت دولة الصين بجهود كبيرة لتتبع الكيفية التي ينتشر بها فيروس كورونا داخلها وكذلك حول العالم، وتتضمن تلك الجهود بياناتٍ عن حركة الأفراد، مأخوذةً من أنماط الرحلات الجوية والتنقلات البرية خلال فترة عطلة رأس السنة القمرية، التي وافقت يوم الخامس والعشرين من جانفي 2020، عندما كانت وتيرة انتشار الفيروس قد بدأت في التسارع.

ففي ورقةٍ بحثية نُشرت في دورية «ذا لانسيت» *The Lancet* في الحادي والثلاثين من جانفي 2020، وضع باحثون مقيمون في هونج كونج تقديراتٍ لأنماط السفر في عطلة عام 2020، استنادًا إلى بياناتٍ من عطلة رأس السنة القمرية لعام 2019، تخص رحلات سفر ملايين الأشخاص ممن استخدموا تطبيق «وي تشات » *WeChat*، وغيره من الخدمات المملوكة لشركة «تينسنت *Tencent* »التكنولوجية الصينية العملاقة، تضمنت هذه الدراسة أيضًا تقديراتٍ لاحتمالية انتقال الفيروس من شخصٍ إلى آخر، إضافةً إلى أنماط السفر المبنية على كلٍّ من بيانات الرحلات الجوية الرسمية وبيانات حركة الأفراد التي وفرتها شركة «تينسنت». وقد أشارت نتائج الدراسة إلى أنّ مرض «كوفيد-19» كان قد انتشر بالفعل في عديدٍ من المدن الصينية

الكبرى بحلول يوم الخامس والعشرين من جانفي 2020، وأنّ المطارات الدولية بتلك المدن ساعدت في نشر الفيروس حول العالم . (جيريمي، 2020)

وفي السياق نفسه، وفي احدى الدراسات البحثية التي تستهدف تتبع انتشار الفيروس قام باحثون بالحصول على مجموعة بيانات ضخمة من لجنة الصحة الوطنية في الصين تضم بيانات 854.424 راكبا غادروا مدينة يوهان من خلال 55 مطارا الى 49 مدينة في الصين خلال الفترة من ديسمبر 2019 الى يناير 2020. وقد تم في الدراسة بناء نموذج خطي متعدد، استخدمت فيه بيانات السكان المحليين وركاب الطائرات كمتغيرات تقديرية وقد افاد ذلك في تقدير حجم التباين في حالات الاصابة بالفيروس ما بين مدينة واخرى في المدن الصينية التي تم الابلاغ عنها. و قد استخدم الباحثون اختبار سبيرمان لتحليل الارتباط بين الحركة اليومية للأشخاص الذين قدموا من يوهان وبين اجمالي الحركة اليومية حلال هذه الفترة، و ذلك عندما وجدت 49 حالة اصابة مؤكدة، وقد اظهرت النتائج التحليلية وجود درجة ارتباط عالية بين حالات الاصابة الايجابية وبين حجم السكان. (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، صفحة 254)

وفي جهد بحثي اخر، استخدمت بيانات مجمعة من الصين وسنغافورة وكوريا الجنوبية وايطاليا لبناء نموذج تحليلي شامل لتتبع انتشار الفيروس، وتم استنتاج قانون النمو الماكروسكوبي لعدد المصابين في سياق استخدام تقنيات النمذجة وتعلم الالة، وهو ما اتاح تقدير الحد الاقصى لعدد المرضى المصابين في منطقة معينة ويعد ذلك امرا مهما للتقييم الفعال لعمليات رصد ومراقبة انتشار الاصابة بالفيروس وخاصة الاماكن القريبة من مركز تفشي الوباء. (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، صفحة 255)

3.4 تشخيص الاصابة بالفيروس:

مع سرعة انتشار جائحة فيروس كورونا المستجد، وعدم قدرة أقوى الأنظمة الطبية على مستوى العالم على الصمود لمواجهة تداعياته وملاحقة المصابين به، ربما تكون تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي هي الحل لهذا الظرف شديد التعقيد. وفي محاولة لحصار العدوى واكتشاف إصابات المرض مبكرًا، طوّر باحثون في جامعة "كينجز كوليدج" في لندن، بالتعاون مع مستشفى ماساتشوستس العام في الولايات المتحدة، طريقةً جديدةً للتشخيص، تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، يمكنها التنبؤ باحتمالات إصابة الإنسان بالفيروس، وفي توقيت مبكر للغاية. وهذا بناءا على مجموعة من الأعراض، أهمها فقدان حاستي الشم والتذوق.

حيث يستقي نموذج الذكاء الاصطناعي -الذي طوره العلماء بالتعاون مع شركة العلوم الصحية (*ZOE*) -بياناته من تطبيق مجاني على الهواتف الذكية يحمل اسم (*COVID Symptom Study*) أطلقه الباحثون في بريطانيا في 24 مارس 2020، وفي الولايات المتحدة في 29 مارس 2020، لجمع البيانات من الأفراد الذين يبلغون عن إصابتهم بأي أعراض تنتابهم، ويدوّنون حالتهم الصحية مع المرض يوميًّا، ويتضمن ذلك الأعراض وعلامات الاستشفاء وبيانات تتعلق بتاريخهم المرضي.

كما طور الفريق أيضًا نموذجًا رياضيًّا يمكنه أن يتنبأ بدقة تقارب 80٪ ما إذا كان من المحتمل أن يكون الشخص مصابًا بـــ"كوفيد-19"، استنادًا إلى عمره وجنسه ومزيج من أعراض أخرى رئيسية، هي: فقدان الشم أو التذوق، أو السعال الشديد، أو التعب المستمر، وتخطي الوجبات.

وأهم نتيجة كشفت عنها الدراسة هي أن فقدان حاستي التذوق والشم بمنزلة علامة تحذير رئيسية مبكرة للعدوى، ويجب تضمينها في الفحص الروتيني للمريض. (محمد سيد علي، 2020)

ولتحديد استراتيجيات انهاء العزل الصحي لمرضى.COVID-19 اعتمادا على البيانات المتراكمة منذ بداية الجائحة، قامت الاكاديمية الطبية في سنغافورة بدراسة وجد فيها ان فترة العدوى من الافراد الذين تظهر عليهم اعراض الفيروس هي يومان قبل بداية ظهور الاعراض و تستمر لمدة 7 الى 10 ايام بعد ظهور الاعراض ،كما وجد ان التكاثر الفيروسي النشط ينخفض بعد الاسبوع الثاني، و ذلك على الرغم من استمرار ايجابية المسحة، و مثل هذه النتائج من شأنها ان تستوجب مراجعة معايير خروج المرضى من العزل الصحي بناءا على بيانات فترة العدوى بدلا عن عدم ايجابية المسحة، مع الاخذ في الاعتبار المعايير السريرية و معايير الصحة العامة التي تشمل الصحة البدنية والنفسية للمريض. (جبريل بن حسن العريشي و فوزية بنت صالح الغامدي، 2020، الصفحات 255-256)

كما طور باحثون صينيون نموذج ذكاء اصطناعي يعتمد على التعلم العميق لاكتشاف الإصابة بفيروس كرونا في صور الصد ر المقطعية المحوسبة، وقد تم استخدام ما يقارب 500 صورة مقطعية لمرضى من مختلف الأعمار في مرحلة تدريب الخوارزمية و131صورة أخرى في مرحلة الاختبار، وقد حققت خوارزمية التعلم العميق مؤشرات أداء جيدة حيث بلغت دقتها 90% ، وأشار الباحثون إلى ان الخوارزمية لم تستغرق سوى 93,1ثانية لمعالجة صورة كل مريض باستخدام وحدة معالجة رسومية متخصصة. (شاهين وسام، 2020) و قد شكلت هذه الدراسة نهجا سريعا لتحديد المرضى المصابين بفيروس كورونا المستجد. و هو ما اتاح طريقة الاعتماد عليها للوصول الى قرار الحجر الصحي او نوع العلاج الطبي بصورة سريعة . وفي السياق نفسه، سعت حكومة كوريا الجنوبية إلى الوصول لكفاءة عمليات التشخيص الدقيق للمرضى، من خلال الاعتماد على عدد كبير من الأدوات التشخيصية القائمة على تكنولوجيا الذكاء االصطناعي. فعلى سبيل المثال، تم اعتماد الجيل الرابع من أداة (VUNO Med Chest X- ray) الذي طور خوارزمية

لتحديد النتائج غير الطبيعية على صور الأشعة السينية للصدر، كجهاز طبي من الدرجة الثانية من قبل إدارة الغذاء والدواء الكورية، وأظهرت نتائجه السريرية أنه ساهم في تخفيض متوسط وقت قراءة الطاقم الطبي بنسبة 50 % وحسَن أداء الكشف بنسبة 85 %في المتوسط، كما أدى إلى تقليل احتمالية التشخيص الإيجابي الكاذب في المنطقة الطبيعية بنسبة . 50 %. (حجازي اسلام، 2020)

و قام باحثون من جامعة نيويورك بدورهم بتطوير أداة مبنية على تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل تقديم تحليل تنبؤي حول المرضى الذين قد يطورون مستقبلا مضاعفات صحية خطيرة جراء الإصابة بالفيروس.

كما طرحت احدى الدراسات البحثية ، التي قام بها *لي و اخرون* ، حلا محددا وذا حساسية قوية ، يعتمد على ما يسمى بتفاعلات سلسة البلمرة المتعددة ، القادرة على تشخيص الاصابة بفيروس سارس، يتكون النموذج المستخدم في هذا الحل من 172 زوجا من العناصر المحددة المرتبطة بجينوم سارس التي امكن الحصول عليها من المركز الوطني الصيني للمعلومات البيولوجية. و قد تبين من الدراسة ان مخطط Multiplex PCR المقترح يعتبر طريقة فعالة و منخفضة التكلفة لتشخيص الاصابة بالالتهابات المنجلية plasmodium infections falciparum، مع تغطية عالية بمتوسط 99%وبقدرة تشخيصية 99.8%.(Sijia Li, 2020)

و في دراسة بحثية اخرى ، حللت بيانات وواسعة النطاق تم الحصول عليها من مستشفى تشونغان التابع لجامعة يوهان ، حيث فحص 11500 شخص ومن هذه المجموعة تم التعرف على 276 شخصا مشتبها باصابتهم بالفيروس كما تم تشخيص 170 اصابة و قد نفذت مجموعة من الاختبارات السريرية في سياق الدراسة على مجموعة من اصحاب البيانات ، شملت التصوير المقطعي و النموذجي للأشعة المقطعية والاشعة السينية ، كما اجري تحليل الدم للكشف عن مسببات الإمراض في الجهاز التنفسي. و قد انتهت الدراسة الى تقديم عرض شامل مصحوب بعدة ادوات مفيدة

لخدمة عمليات التشخيص و العلاج للحالات المصابة بفيروس كورونا المستجد .(حسن العريشي ، 2020، صفحة 255)

4.4 تحديد العلاج الدوائي المحتمل :

في الواقع لا يوجد الى غاية كتابة هده الأسطر علاجا "لمرض كوفيد 19 " معتمد بشكل رسمي ، لكن ساهمت الدراسات والأبحاث في ايجاد علاجات محتملة وكذا لقاحات بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة.

حيث ساعد الذكاء الاصطناعي العلماء في تحليل المعلومات الجينية (دي. إن. ايه) لهذا الفيروس بسرعة كبيرة، وهو ما مكنهم من تحديد خصائص هدا الأخير. و لم يتوقف الأمر هنا، بل ساعد الذكاء الاصطناعي العلماء على فهم مدى السرعة التي يتمكن من خلالها الفيروس من التحور كما ساعدهم في تطوير اللقاحات المضادة لفيروس كورونا واختبار فاعلية هذه اللقاحات.

ان التنبؤات ببنية الفيروس التي يقدمها الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة توفر على العلماء أشهرًا من التجارب، وتقليل الوقت اللازم لتطوير لقاح نموذجي يمكن اختباره على البشر بشكل فعال بفضل دعم تكنولوجيا المعلومات الحيوية، والتي يعد الذكاء الاصطناعي جزءًا لا يتجزأ منها.

في هدا الاطار، قام مجموعة من الباحثين باستخدام قاعدة البيانات الضخمة (GISAID) في استخراج بقايا الأحماض الأمينية، و ذلك خلال سعيهم لتطوير لقاحات ضد الفيروس ، حيث قاموا بفحص بروتينات سلاسل فيروسات سارس وميرس، بالإضافة إلى أربع سلالات أخرى للفيروس التاجي البشري التي أصابت الإنسان في الماضي. و قد مكن هذا التحليل من الفحص الفعال لهيكل فيروس كورونا المستجد ولأسلوب تصاعد الإصابة به وهو ما قد يساعد في تطوير لقاح مناسب. (S. F. Ahmed, A. A. Quadeer, M. R McKay, 2020, p. 1)

وفي دات السياق، توصلت شركة التكنولوجيا الصينية العملاقة ''بايدو'' ، بالشراكة مع جامعة ولاية ''أوريجون'' وجامعة ''روتشستر'' الأمريكيتين، إلى خوارزمية تنبؤ خطي في فبراير 2020 لدراسة البروتين المكون للفيروس والتنبؤ ببنية الحمض النووي الريبي للفيروس (RNA)، وتزويد الشركات المتخصصة في اللقاحات بها من أجل التعجيل بتصميم لقاحات ممكنة لكوفيد-19 واستخدامها على النحو الأمثل. (هاشم، 2020، صفحة 27)

كما تم التعاون بين شركة ناشئة للذكاء الاصطناعي و جامعة بريطانية في دراسة بحثية ، قام بها *ريتشاردسون و اخرون* ، ادت الى اكتشاف ان مادة الباريسيتينيب *Baricitinib* ،التي تستحذم لعلاج التهاب المفاصل (الروماتويد) النشط عند البالغين ،قد يكون لها تأثيرات مضادة للفيروسات. (Peter Richardson, Ivan Griffin, Catherine Tucker et al, 2020)

و في مجال الطب الصيني، قام مجموعة من الباحثين بتحليل المعلومات الصيدلانية، لفحص المركبات الطبيعية المستخدمة بانتظام في العلاج الصيني ، ووجدوا ان 31 من هذه المركبات لها تأثيرات مضادة لفيروس كورونا المستجد ،حيث تؤثر على تنظيم النسخ الفيروسي المتماثل ، و تقوم بتعديل المسارات المناعية و الالتهابية و تؤثر ايجابيا في عمليات النقص المتتالي للأكسيجين في الجسم. (حسن العريشي ، 2020، صفحة 256)

وفي دراسة أخرى في الولايات المتحدة الأمريكية، استخدم مجموعة من الباحثين العاملين في المركز الطبي *مايو كلينك* " المتواجد بولاية فلوريد وشركاؤهم من مستشفى بريغهام محاكاة الحاسوب والذكاء الاصطناعي لفحص 30 مليون عقار افتراضيًا تم ترشيحها لحجب فيروس كورونا المسبب لمتلازمة الالتهاب التنفسي الحاد الوخيم (السارز).

وأُجرِي البحث باستخدام محاكاة الحاسوب، المسماة الفحص بالسيليكون – أي السيليكون، أو الحاسوب – وتم التحقق من صحتها باستخدام تجارب بيولوجية باستخدام فيروس حي، يستخدم هذا النوع من الأبحاث قواعد البيانات الرقمية والتركيبات الرياضية لتحديد المركّبات الدوائية التي يحتمل أن تكون مفيدة.

وقد قدمت أدوات الفحص الافتراضية تنبؤات حول سلوك المركبات الدوائية المختلفة، ووضعت نموذجًا لكيفية تفاعلها مع الأهداف البيولوجية على جسيمات فيروس كورونا المسبب لمتلازمة الالتهاب التنفسي الحاد الوخيم (السارز) ، ثم حصر الفحص بالسيليكون (محاكاة الحاسوب) التركيز على 25 مركبًا. ولإجراء تحليل واختبار أعمق في المختبر، أجرى الباحثون دراسة تجريبية على 25 مركبًا ضد فيروس كورونا المسبب لمتلازمة الالتهاب التنفسي الحاد الوخيم (السارز) المعدي في مزارع عينات الخلايا البشرية. وتم اختبارها لاحقًا بحثًا عن مشكلة شائعة في الأدوية: السمية. (ليندا دي ويدت، 2021)

الخاتمة:

تؤدي البيانات الضخمة جنبا الى جنب مع تقنية الذكاء الاصطناعي دورا مهما في مكافحة فيروس كورونا المستجد. وقد تم اجراء العديد من الأبحاث والدراسات –باستخدام هاتين التقنيتين–والتي قدمت رؤى عاجلة ومعلومات ذات مغزى طبي لصانعي السياسات وللأطقم الطبية، وبينت مدى اسهام التقنيتين فيما يتعلق بمكافحة تفشي كوفيد 19. حيث تم استخدام هاتين التقنيتين في:

- تطوير عديد النماذج والتطبيقات التي تسهم في التنبؤ المبكر بانتشار الجائحة؛
- رصد وتتبع انتشار الفيروس وخاصة في الأماكن القريبة من مركز الوباء وبالتالي تخطيط تدخلات الصحة العامة وفقا لذلك؛
- عملية التشخيص المبكر للمرض والعلاج للحالات المصابة بالفيروس؛

- اكتشاف الادوية وتطوير لقاحات نموذجية من خلال التنبؤات ببنية الفيروس التي يقدمها الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة والتي وفرت على العلماء أشهرًا من التجارب.

-قائمة المراجع:

- بوزرب خير الدين- خوالد أبو بكر ، فعالية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحديثة في مواجهة فيروس كورونا :covid 19تجربة كوريا الجنوبية نموذجا.، مجلة بحوث الادارة والاقتصاد ، 2020، المجلد2، العدد2، 34-49.

- حجازي اسلام، (2020) ، دروس التجربة الكورية في مواجهة الموجة الجديدة لكورونا، المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة متاح على: https://futureuae.com/ar/Mainpage/Item/5781/ ، تم الاطلاع بتاريخ: 2022/08/18.

- اسماعيل ليلى ,(2020) ، باحثة في جامعة الإمارات تبتكر نظاماً للتنبؤ بانتشار كورونا بواسطة الذكاء الاصطناعي ، متاح على : https://www.uaeu.ac.ae/ar/news/2020/dec/covid19-prediction.shtml ، تم الاطلاع بتاريخ: 2022/08/15.

- جبريل بن حسن العريشي, فوزية بنت صالح الغامدي ، استخدام البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في مواجهة جائحة فيروس كورونا المستجد. المجلة العربية للدراسات الأمنية، 2020، المجلد 36 العدد 2، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، 249-264.

- شلاح رامي. نبذة عن Big Data ، متاح على الموقع: https://3alam.pro/rami-shalah/articles/about-big-data ، تم الاطلاع بتاريخ 2022/12/05.

- قمورة, س. ش. (2018). الذكاء الاصطناعي بين الواقع والمأمول-دراسة تقنية وميدانية، الملتقى الدولي حول: الذكاء الاصطناعي :تحد جديد للقانون، الجزائر.

- محمد سيد علي (2020) ، الذكاء الاصطناعي بتنبأ بعدوى كورونا .فقدان الشم والتذوق علامة مبكرة .متاح على:
https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/ai-predicts-corona-infection-loss-of-taste-and-smell-is-an-early-sign/ ، تم الاطلاع : بتاريخ 2022/08/05.

- مزاحم هيثم .(2021) ، دراسة بريطانية :البيانات الضخمة قد تساعد الأطباء على تنبؤ أي من مرضى كورونا في خطر، صحيفة لميادين، متاح عبر: https://www.almayadeen.net/news/health/1452289/ ، تم الاطلاع بتاريخ:2022/08/05.

- هاشم زاهر ، الذكاء الاصطناعي والسيطرة على فيروس كورونا، مجلة لغة العصر الصادرة عن مؤسسة الأهرام المصري، ماي 2020، العدد233.

- ليندا دي ويدت، (2021) ، استخدام الذكاء الاصطناعي لفحص 30مليون عقار مرشح لمكافحة فيروس كورونا 2 المسبب لمتلازمة الالتهاب التنفسي الحاد الوخيم السارز، مايو كلينيك:. متاح عبر الرابط:
https://newsnetwork.mayoclinic.org/ar/2021/07/13/using-ai-to-screen-30-million-drug-candidates-against-sars-cov-2/ ، تم الاطلاع بتاريخ: 2022/09/1.

- مركز الإحصاء ' مفاهيم عامة حول البيانات الكبيرة'، أدلة المنهجية والجودة، دليل رقم13،أبوظبي،1-9.

- محمود عبد السلام، تقنية البيانات الضخمة ، سلسلة كتيبات تعريفية (العدد16) موجه الى الفئة العمرية الشابة في الوطن العربي، ابو ظبي الامارات العربية المتحدة، 2021، 1-29.

- Heroy, S. Metropolitan-scale COVID-19 outbreaks: how similar are? 2020, london.

- Peter Richardson, Ivan Griffin, Catherine Tucker et al, (2020) Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease. THE LANCET, *395*(10223), e30. Récupéré sur :https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30304-4/fulltext .
- S. F. Ahmed, A. A. Quadeer, M. R McKay. (2020). Preliminary Identification of Potential Vaccine Targets for the COVID-19 Coronavirus (SARS-CoV-2) Based on SARS-CoV Immunological Studies. *viruses, 12*(3), 2-15. Récupéré sur: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32106567/.
- Sijia Li, Y. W. (2020). The Impact of COVID-19 Epidemic Declaration on Psychological Consequences: A Study on Active Weibo Users. International Journal of Environmental Research and Public Health,pp : 1-9.
- Zifeng Yang, e. a. (2020). Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of COVID-19 in China under public health interventions. Journal of Thoracic Disease, PP :165-174.
- World Economic Forum, (2019). “Why big data keeps getting bigger", available at: https://www.weforum.org/agenda/2019/07/why-big-data-keepsgetting-bigger.