Journal of medical & pharmaceutical Sciences (JMPS) • Vol 9, Issue 3 (2025) • P: 29 – 15
https://journals.ajsrp.com/index.php/jmps
ISSN: 2522-333X (Online) • ISSN: 2522-333X (Print)

A Scientific Comparison of COVID-19 Vaccines: Composition, Characteristics, and Health Indicators

Dr. Tareq Mohammed Al-Ahmadi

Department of Forensic Science | King Fahd Security College | KSA

Received: 01/06/2025

Revised: 15/06/2025

Accepted: 02/07/2025

Published: 15/09/2025

* Corresponding author: tmh991@googlemail.com

Citation: Al-Ahmadi, T. M. (2025). A Scientific Comparison of COVID-19 Vaccines: Composition, Characteristics, and Health Indicators. *Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences, 9*(3), 15 – 29. https://doi.org/10.26389/AJSRP.Q030625

2025 © AISRP • Arab Institute for Sciences & Research Publishing (AISRP), United States, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: This study was conducted to provide a comprehensive scientific and analytical comparison of six internationally recognized COVID-19 vaccines (Pfizer-BioNTech, Moderna, AstraZeneca, Sinopharm, Sputnik V, and Johnson & Johnson) based on several scientific criteria, including manufacturer, chemical composition, packaging form, country of production, concentration level, advantages, and limitations.

We adopted descriptive analytical methodology with information sourced from peer-reviewed Arabic and English references. These included clinical trial results, reports from global health organizations, and studies published in reputable scientific journals.

One key finding of this study was that differences in vaccine chemical composition, particularly in the type of active agent used (e.g., mRNA, viral vectors, or inactivated viruses) exert fundamental impacts on variations in efficacy, distribution, and tolerability. Vaccines based on inactivated viruses, such as Sinopharm, tend to be safer and cause fewer side effects but show lower efficacy in elderly populations. In contrast, mRNA-based vaccines, such as Pfizer and Moderna, are more effective, especially in preventing severe infection. Studies conducted in Saudi Arabia and other Arab countries indicated that public trust in the Pfizer vaccine was higher in these regions than in other countries.

This study concludes with several recommendations, including the need to diversify vaccine sources and tailor different types to different age groups and local storage capacities. It also highlights a need to establish a unified national registry to monitor post-vaccination side effects, enabling systematic data analysis and evidence-based decision-making, particularly with emerging or modified vaccines. Finally, this study calls for further research into vaccine efficacy within the Arab and Gulf contexts, emphasizing the importance of collaborative research between universities and health institutions across the region to develop a robust regional database that supports informed local policymaking.

Keywords: Types of Coronavirus, Types of vaccines, COVID-19

مقارنة علمية بين لِقاحات كورونا: التَّركيب، الخصائص، المُؤشِّرات الصِّحيَّة

الدكتور/ طارق بن محمد الأحمدي

قسم العدالة وعلوم الأدلة الجنائية | كلية الملك فهد الأمنية | المملكة العربية السعودية

المستخلص: سعت هذه الدِّراسةُ إلى المُقارَنة العلمية والتَّحليلية الشَّاملة بين ستَّةٍ مِن أبرزِ لِقاحات فيروس كورونا (كوفيد-19) المُعتَمَدة دَوليًّا؛ وهي فايزر- بيونتيك، وموديرنا، وأسترازينيكا، وسينوفارم، وسبوتنيك V، وجونسون آند جونسون. واعتمدت المُقارَنة على عدَّة مَحاورَ علميةٍ: هي الشَّركة المُصنِّعة، والتَّركيب الكيميائي، وشكل العُبُوَّة، وبلد التَّصنيع، والتَّركيز، والمُميِّزات، والعيوب. واتَّبعت الدِّراسةُ المنهجَ الوصفي التَّحليلي، ووُثِّقت المعلومات استِنادًا إلى مصادر مُحكَّمةٍ باللُّغة العربية واللُّغة الإنجليزية شَمِلت نتائجَ التَّجارِب السَّريرية، وتقاريرَ مُنظَّمة الصِّحَّة العالمية، وأبحاثاً منشورةً في مَجلَّات عِلمية مرموقة.

ومِن أبرزِ نتائج هذه الدِّراسة: أنَّ الاختلاف في التَّركيب الكيميائي بين اللِّقاحات يعتمد على اختلاف نَوع المادَّة الفعَّالة (mRNA، والفيروسات النَّاقلة، أو الفيروسات المُعطَّلة)؛ ومن ثمَّ يُعَدُّ هو الأساس في التَّفاوُت بين اللِّقاحات من حيث الفاعليَّة، والتَّوزيع، والتَّحمُّل. ومِن نتائج الدِّراسة أيضًا أنَّ اللِّقاحات المُعتَمِدة على المادَّة الفعَّالة والفيروس المُعطَّل، مثل: سينوفارم كانت أكثر أمانًا وأقلَّ إحداثًا للأعراض الجانبية، لكنَّها أقلُّ فاعليَّةً لدى كبار السِّنّ، في حين تُعَدُّ لِقاحات فايزر وموديرنا المُعتَمَدةُ على (mRNA) أكثرَ فاعليَّة؛ خاصَّةً في حالة الإصابات القويَّة، كما أظهرت بعض الدِّراسات السُّعودية والعربية أنَّ الثِّقة المجتمعية كانت أعلى في لِقاحات فايزر.

وقد خَلَصت الدِّراسة إلى أهمِّيَّة تنويع مصادر اللِّقاحات، بحيث تُناسب الفئات العُمريَّة المستهدفة، إضافة إلى أهمية إنشاء سجلٍّ وطني مُوحدٍ لآثارها الجانبية؛ كما خَلَصت الدِّراسة إلى أهمِّيَّة إجراء المزيد من الأبحاث التي تَدرُس فاعليَّةَ اللِّقاحات في السِّياق العربي والخليجي عبْر التَّعاوُن البحثي بين الجامعات والمراكز الصِّحيَّة في العالم العربي؛ بحيث تُسهم في تكوين قاعدة بيانات إقليمية تساعد في صُنع قرار دقيق مَحلِّيّاً.

الكلمات المفتاحية: أنواع فيروس كورنا، أنواع اللِّقاحات، فيروس كوفيد19.

المُقدِّمة:

منذ الإعلان عن تفشِّي فيروس كورونا (COVID-19) في أواخر عام 2019م، تسارعت الجهود الدولية لإنتاج لِقاحات قادرة على التصدِّي لهذا الوباء العالمي، وقد نجحت شركات أدوية في تطوير لِقاحات بطرق وتقنيات متنوعة؛ منها ما يعتمد على الحمض النَّووي الريبوزي المرسال (mRNA)، مثل لِقاحَي: فايزر، وموديرنا (Anderson et al., 2020; Polack et al., 2020)، ومنها ما يعتمد على الفيروسات المُعطَّلة، مثل: سينوفارم (World Health Organization, 2021)، أو الفيروسات النَّاقلة، مثل: أسترازينيكا، وسبوتنيك V (Logunov et al., 2020; Voysey et al., 2021). ومع توفر هذه اللِّقاحات في الأسواق العالمية برزت الحاجة إلى فَهْم الفروق الجوهرية بينها؛ لا سيَّما من حيث تركيبتها، وآلية عملها، والدُّول المصنِّعة لها، والفاعليَّة، وسلامة الاستخدام (Krammer, 2020).

لقد فرضت الجائحة واقعًا صِحياً جديدًا أعاد تشكيلَ أسبقيَّات الأنظمة الصِّحيَّة العالمية؛ إذ أصبح توفير اللِّقاح ليس فقط تحدياً علمياً؛ بل تحدياً اقتصادياً وسياسيًّا (Mahase, 2021). ومن هنا يجب أنْ لا تقتصر المُقارَنة بين اللِّقاحات على التَّركيب أو الفاعليَّة؛ بل يجب أن تمتد لتشمل الجوانب المتعلقة بالتَّخزين، والإنتاج المحلي، والتوزيع، وثقة المجتمع (Baraniuk, 2021).

ومع بداية توزيع اللِّقاحات في نهاية عام 2020 بدأت تَظهر تَبايُنات واضحة في مدى تقبل المجتمعات المختلفة لها بين من يرى في اللِّقاح أملًا في العودة إلى الحياة الطَّبيعية، ومن يتوجس منه بسبب سرعة تطويره، أو الأخبار المتناقضة التي أحاطت به (Lazarus et al., 2021)؛ الأمر الذي جعل تحليل هذه اللِّقاحات من حيث التَّركيب والمأمونية أمراً بالغ الأهمية.

يضاف إلى ذلك ظهور مُتحوِّرات جديدة للفيروس -مثل: دلتا، وأوميكرون- أثارت تَساؤلات جدية حول مدى فاعليَّة اللِّقاحات الموجودة في التَّصدِّي لها؛ الأمر الذي زاد من الحاجة إلى دراسات مقارنة تُقدِّم تحليلًا موضوعياً مبنياً على أحدث البيانات المتوفرة (Kim et al., 2021).

ومِن جهة أُخرى لا يمكن إغفال التفاوت الكبير في آليات اعتماد اللِّقاحات بين الدُّول؛ فبينما اعتمدت الولايات المُتَّحدة والاتِّحاد الأوروبي بعض اللِّقاحات بناءً على نتائج المرحلة الثَّالثة من التَّجارِب السَّريرية؛ اعتمدت دول أخرى لِقاحات لم تنشر نتائجها علناً بنفس التَّفاصيل، مما تسبب بفجوة معرفية في تقييم الثِّقة والفاعليَّة (Baraniuk, 2021; WHO, 2021).

إنَّ الخصائص الكيميائية لكلِّ لِقاح - سواء في ما يَتعلَّق بالمادَّة الفعَّالة أو الموادِّ المساعدة- تؤدِّي دوراً مهماً في تحديد مدى فاعليَّته وآثاره الجانبية المُحتمَلة (Krammer, 2020)، وكذلك يُسهم شكل العُبُوَّة وطريقة التَّخزين ودرجة الحرارة المطلوبة في تحديد مدى ملاءمته للبِنْية التحتية الصِّحية في كلِّ دولة (Polack et al., 2020; Mahase, 2021).

وقد أثبتت التَّجربة أنَّ نجاح اللِّقاح لا يعتمد فقط على فاعليَّته في المختبر؛ بل كذلك على إمكانيَّة توزيعه بسرعة وأمان، ومدى تَقبُّل المجتمع له، ومدى استجابة الأنظمة الصِّحيَّة لاحتياجاته (Lazarus et al., 2021).

كما صار عامل الثِّقة محورياً في عملية أخذ اللِّقاح، ويرتبط هذا بدرجة الشَّفافية التي تُقدِّمها الشركات المصنعة في نشر البيانات، وتفاعلها مع الشَّكاوى أو الآثار الجانبية المُبلَّغ عنها، وسرعة تعديل بروتوكولات الاستخدام بحسب المُتغيِّرات الجديدة (Kim et al., 2021).

لذا يأتي هذا البحث ليَسُدَّ فجوة معرفية مهمَّة؛ عبر تقديم مقارنة علمية منهجية بين ستَّة من أهم اللِّقاحات المستخدمة عالمياً ضِدَّ فيروس كورونا؛ في مُحاوَلة لإبراز الفروق الدَّقيقة التي لا تظهر دائماً في النِّقاش العامّ، لكنَّها تؤثر تأثيراً مباشراً في فاعليَّة الاستجابة الصِّحية (Anderson et al., 2020; Krammer, 2020).

مُشكلة الدِّراسة:

ترتكز مشكلة الدِّراسة في وجود حاجة علمية ومجتمعية ماسَّة إلى إجراء مقارنة علمية دقيقة ومتكاملة بين أَشهر لقاحات كورونا المعتمدة، مع التَّركيز على البعد العلمي والتِّقني والمجتمعي في آنٍ واحد.

وتعود أهمية معالجة هذه المشكلة إلى ما يؤمِّل من أنَّها تقدِّم صورة واضحة تساعد في ترشيد السِّياسات الصِّحيَّة، ورفع وعي المجتمع، وتحسين إستراتيجيات الوقاية في حال تَكرار سيناريوهات مشابهة في المستقبل.

أهداف الدِّراسة

تسعى هذه الدِّراسةُ إلى ما يلي:

1. تحليل مكونات اللِّقاحات الستة المعتمدة ضدَّ فيروس كورونا.
2. مقارنة خصائص اللِّقاحات من حيث التَّركيب والشَّركة المنتجة ودولة التَّصنيع.
3. بيان العيوب والمميِّزات التِّقنيَّة والصِّحيَّة لكلِّ لِقاح.
4. تزويد القارئ بمعلومات علمية دقيقة تساعد في اتِّخاذ قرارات مدروسة في مجال اللِّقاحات.

5. الإسهام في رفع الوعي الطِّبي بالفروق الجوهرية بين الأنواع المختلفة للقاحات كورونا.

أهمّيّة الدِّراسة:

تعود أهمية الدِّراسة إلى أنها تقدم مقارنة بين اللِّقاحات المعتمدة من الجهات الصحية في العالمين العربي والدولي؛ مثل: فايزر، وموديرنا، وسينوفارم، وأسترازينيكا، وجونسون، وسبوتنيك V؛ الأمر الذي يسهم في تعزيز الوعي العام للأطباء والباحثين والمواطنين على حدّ سواء حول ما يميز كلَّ لِقاح عن الآخر من حيث الفاعليَّة، والتَّركيب، ومستوى الأمان، وسهولة التخزين.

إضافة إلى أنَّها تعالج موضوعاً مستمر الأثر؛ إذ لم تنته جائحة كورونا تماماً، ولا تزال المتحوِّرات الجديدة تظهر من وقت لآخر؛ الأمر الذي يجعل معرفةَ الفروق بين اللِّقاحات أمراً بالغ الحيوية لتوجيه سياسات أخذ اللقاح والتَّخزين والتَّوزيع في المرحلة القادمة.

كما تُفيد الدِّراسة في دعم توجُّهات وزارات الصِّحة في الدُّول العربية إذ تسعى إلى الاعتماد على اللِّقاحات الأنسب لسكَّانها بحسب البنية التحتية، والفئات العمرية، والمخاطر الصِّحية السائدة، كما توفر مرجعاً علمياً يمكن الاستناد إليه في التثقيف الصِّحي والمجتمعي، وتُقلِّل مِن الاعتماد على المصادر غير الموثوقة في وسائل التواصل الاجتماعي.

ومن الجوانب التطبيقية لأهمية هذه الدراسة أنَّها تمهد لتطوير توصيات محلية عربية بشأن استخدام لِقاح دون آخر في ظروف معينة لتحقيق كفاءة أعلى في استخدام الموارد، والإسهام في رفع نسب التحصين وتقليل الإصابات.

أسئلة الدِّراسة:

1- ما الفروقات العلمية من حيث التَّركيب الكيميائي، والخصائص التقنية، والفاعلية، والسلامة، وسهولة الاستخدام في البيئات العربية للِقاحات كوفيد 19 السِّتّة؟
2- كيف يختلف شكل العُبُوَّة وتركيز الجرعة بين هذه اللِّقاحات؟
3- ما العيوب والمميزات الصحية واللُّوجستية لكل لِقاح؟
4- هل يؤثر بلد التَّصنيع في جودة اللِّقاح أو تقبله؟
5- كيف يُمكِن الاستفادةُ من نتائجِ هذه المُقارَنة في تحسين السِّياسات الصِّحية الوطنية في العالم العربي؟

الدِّراسات السَّابقة:

توصل الباحث من خلال أدبيات الدِّراسة -التي تُعد الركيزة الأساسية في بناء البحث العلمي- إلى ما جرى تَناوله عن المقارنة العلمية بين لِقاحات كوفيد-19، من حيث التركيب، والخصائص، والدلالات الصِّحية؛ فلقد نُشرت الكثير من الدِّراسات الأكاديمية منذ بداية الجائحة، وقد تناولت هذه الدِّراسات فاعليَّة هذه اللِّقاحات، ومأمونيَّتها، وتقنياتها التَّصنيعية، وآثارها الجانبية، ويُلحظ أنَّ أكثر هذه الدِّراسات تناولت لِقاحاً واحداً في سياق تجربة سريرية أو تحليل إحصائي محدد كما أُعدَّت في سياق الدِّراسات الأجنبية، وقلَّما توفرت باللغة العربية أو ضمن البيئة العربية؛ الأمر الذي أوجد فجوة في الدِّراسات التي تواكب خصوصية المجتمعات المحلية من حيث التقبل المجتمعي، والبنية الصِّحية، وواقع التوزيع اللوجستي؛ لذا استندت هذه الدِّراسة إلى مجموعة مختارة من الدِّراسات السَّابقة العربية والأجنبية التي تُعد مرجعية علمية لدراسة أَوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين اللِّقاحات الأكثر تداولاً في العالم؛ خاصة تلك المعتمدة في الدول العربية.

وقد اختيرت هذه الدِّراسات بعناية لتغطِّي تنوع المنهج، وحداثة النشر، وصحَّة النَّتائج، مع العناية بجوانب الفاعليَّة، والأمان، والتقنية المستخدمة، والآثار المجتمعية؛ كل ذلك من خلال عرض الهدف من الدِّراسة، والمنهج المُستخدم، ثم أهم النَّتائج التي توصَّلت إليها الدِّراسة.

وهذه أبرز الدِّراسات العلمية والمقالات المحكمة الخاصة بموضوع الدِّراسة:

1. دراسة أبو الراغب، ن.، & العبادي، ر (2022) التي كانت تحت عنوان: "فاعليَّة لِقاحَي فايزر وسينوفارم لدى الكوادر الطِّبيَّة في الأردن". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى مقارنة فاعليَّة لِقاحي فايزر وسينوفارم واستجابة الجسم لهما، وانتهجت المنهج الوصفي التَّحليلي باستخدام بيانات مستقاة من سجلات التَّطعيم والمراجعات السريرية، وتوصلت الدِّراسة إلى أنَّ لِقاح فايزر له فاعليَّة أعلى، في حين سجل لِقاح سينوفارم استجابة أقل لدى كبار السِّن.
2. دراسة السُّليمان، ع.، (2021) التي كانت تحت عُنوان: "أثر لِقاح أسترازينيكا على فئة كبار السِّن في السُّعودية". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى تقييم أمان لِقاح أسترازينيكا وفاعليَّته في حالة المواطنين فوق 60 عاماً. وأُجرت دراسة ميدانية استباقية باستخدام استبيانات المستشفيات وبياناتها، وتوصَّلت الدِّراسة إلى فاعليَّة لِقاح أسترازينيكا مع وجود أعراض جانبية محدودة في معظم الحالات.
3. دراسة العتيبة، س.، & خالد، م.، (2022) التي كانت تحت عُنوان: "الآثار الجانبية المُبَلَّغ عنها بعد تطعيم سينوفارم في الإمارات". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى تحليل نوع الأعراض الجانبية وتكرارها بعد الجرعتين، وانتهجت المنهج الوصفي باستخدام استبيانات

إلكترونية لعيّنة من 3000 شخص، وتوصَّلت الدِّراسة إلى أنَّ معظم الأعراض كانت خفيفة؛ مثل الحمَّى والصُّداع، بنسبة حدوث بلغت 37%.

4. دراسة الزيد، أ.، & البلوشي، ر.، (2023) التي كانت تحت عنوان: "مقارنة بين لِقاحي موديرنا، وفايزر؛ في فاعليَّة الأجسام المضادَّة". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى مقارنة مستوى الأجسام المضادة المتولدة بعد التَّطعيم، وانتهجت المنهج التَّحليلي بإجراء تحليل مخبري لعيّنات دمٍ من 120 متطوّعاً، وتوصَّلت إلى أنَّ لِقاح موديرنا أعطى نتائج بنسبة أعلى 12% من لِقاح فايزر.
5. دراسة القحطاني، م.، (2022) التي كانت تحت عُنوان: "تحليل قبُول المجتمع السُّعودي لِلقاحات كورونا". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى قياس مستوى الثِّقة المجتمعية تُجاه لِقاحات كوفيد-19، وأجرت دراسة استطلاعية عبر استبيان إلكتروني، وتوصَّلت إلى أنَّ 71% من أفراد العيّنة يُفضِّلون لِقاح فايزر لأسباب تتعلَّق بالثِّقة في الشَّركة المصنِّعة.
6. دراسة بولاك وآخَرين (2020) Polack التي كانت تحت عُنوان: "سلامة لِقاح mRNA وفاعليَّته مع فيروس كوفيد 19". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى قياس مدى فاعليَّة لِقاح فايزر وأمانه، وانتهجت المنهج التَّجريبي بعمل تجربة سريرية على أكثر من 43,000 مشارك، وتوصَّلت إلى أنَّ فاعليَّة لِقاح فايزر تَصل إلى 95%، مع أعراض جانبية مُؤقَّتة.
7. دراسة نجوين وآخرين (2022) Nguyen التي كانت تحت عنوان: "مقارنة لِقاحات فيروس كوفيد 19 وتحليلها عالمياً". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى مقارنة تقنية التَّصنيع والفاعليَّة بين اللِّقاحات، وأجرت تحليلاً ثانوياً للبيانات المنشورة ما بين 2020–2022، وتَوصَّلت إلى أنَّ لِقاحات mRNA هي الأفضل في الفاعليَّة، وأنَّ لِقاحات الفيروس المعطَّل أسهل توزيعاً.
8. دراسة لوغونوف وآخَرين (2020) Logunov التي كانت تحت عنوان: "لِقاح سبونتيك V، النَّتائج السَّريرية والرَّأي العام". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى تحليل النتائج السَّريرية للِقاح سبوتنيك V وتقييم التقبُّل المجتمعي، وقد أجرت الدِّراسة مراجَعة منهجية وتحليلاً للمحتوى، وتوصَّلت إلى بلوغ فاعليَّته 91%، مع وجود تقارير متفاوتة عن ثقة المجتمع.
9. دراسة خالد، أ، & الصَّالح، ن (2023) التي كانت تحت عنوان: "استخدام تقنية النَّواقل الفيروسية في تطوير لِقاحات كورونا: دراسة تحليلية مقارنة". وقد سعت هذه الدِّراسة إلى تحليل فاعليَّة وأمان اللِّقاحات المعتمدة على تقنية النواقل الفيروسية؛ مثل: أسترازينيكا، وسبُوتنيك V، وجونسون آند جونسون، وقد أجرت مقارنة تحليلية تعتمد على مراجعة الدِّراسات السَّريرية المنشورة من عام 2020م حتَّى 2023م، وتحليل نتائج فاعليَّة الجرعتين الأولى والثَّانية، ومدى تكرار الأعراض الجانبية، وتوصَّلت إلى أنَّ اللِّقاحات المعتمدة على النَّواقل الفيروسية ذات فاعليَّة جيِّدة، إلا أنَّ بعض الأنواع، مثل: أسترازينيكا ارتبطت في حالات نادرة بحدوث تجلُّطات دمويَّة، في حين أظهر لِقاح سبُوتنيك V نتائج واعدة لكنَّها بحاجة إلى مزيد من التَّحقُّق المستقلّ، أمَّا لِقاح جونسون فقد وفَّر حماية جيِّدة من الحالات الحرجة مع مزيَّة الجرعة الواحدة، لكن فاعليَّته ضدَّ المتحوِّرات كانت أقل نسبياً.

تعقيب على الدِّراسات السَّابقة:

بعد استعراض الدِّراسات السَّابقة - سواء العربية منها والأجنبية- يتّضح أنَّ موضوع لِقاحات كوفيد-19 قد حظي باهتمام علمي واسع؛ خاصَّة من حيث تقييم الفاعليَّة والاستجابة المناعية لكلّ لِقاح.

وقد ركَّزت أكثر هذه الدِّراسات على الجوانب السَّريرية والدَّوائية، مع اهتمام متفاوت بتحليل الأبعاد المجتمعية واللُّوجستية المرتبطة بتوزيع اللِّقاحات وقبولها لدى الجمهور.

كما لوحظ أنَّ الدِّراسات الأجنبية -وعلى رأسها تلك المنشورةُ في The Lancet وNEJM- قد تميزت بالصرامة المنهجية، واعتمدت على تجارب سريرية موسعة شملت آلاف المشاركين؛ الأمر الذي أضفى عليها موثوقية عالية في مجال مقارنة الفاعليَّة والأمان، إلا أنَّ أكثر هذه الدِّراسات لم يتطرَّق إلى السِّياق العربي ولا إلى الفروق الثَّقافية والمجتمعية التي قد تؤثِّر في تقبل اللِّقاح وتوزيعه في العالم العربي.

أمَّا الدِّراسات العربية فغالباً ما ركزت على رصد الأعراض الجانبية أو تحليل الاستجابة المجتمعية في نطاق محلِّي أو إقليمي محدود، دون التوسع في إجراء مقارنات علمية منهجية بين اللِّقاحات المختلفة من حيث التركيب أو التقنية أو شروط التخزين، وهو ما يُبيِّن محدودية البيانات المحلية، وضعف التنسيق بين مراكز البحث في المنطقة.

وبينما وفَّرت بعض الدِّراسات العربية رؤى قيمة حول سلوك المجتمع تجاه اللِّقاحات (ومنها دراسةُ القحطاني 2022)، قدمت دراسات أخرى مقارنة جزئية بين فاعليَّة نوعين من اللِّقاح في فئة معينة (منها دراسة الزيد والبلوشي 2023)، إلا أنَّها تبقى دراسات متخصصة ومحدودة النِّطاق، لا تغطي الأبعاد الفنية والدَّوائية تغطية متكاملة.

لذا يلاحظ وجود فجوة علمية تتمثل في غياب أي دراسة عربية شاملة تتناول التحليل المقارن متعدد الأبعاد لِلقاحات كوفيد-19، وتأخذ في الاعتبار: التركيب الكيميائي، والتقنية المستخدمة، والتركيز، والأمان، وسهولة التخزين، والتقبل المجتمعي. وتُعَدُّ هذه الفجوة دافعاً علمياً قوياً لإجراء البحث الحالي الذي يسعى إلى تقديم معالجة شاملة وموثقة تجمع بين التحليل العلمي والتطبيق العملي ضمن إطار عربي.

منهج البحث:

اعتمدت هذه الدِّراسة على المنهج الوصفي التَّحليلي، وذلك لسعيها إلى وصف خصائص لِقاحات كورونا الستَّة وتحليلها تحليلاً منهجياً مبنياً على البيانات المتوفرة في المصادر العلمية والطبيَّة الموثوقة، والمقالات المحكَّمة الصادرة في الفترة ما بين عامي 2020 م و2024 م، وقد شملت مصادر المعلومات تقارير منظمة الصحَّة العالمية، وهيئات الدَّواء الوطنية، مثل: FDA وEMA، ومقالات منشورة في مجلات علمية مرموقة، مثل: The Lancet وNew England Journal of Medicine، مع التَّركيز على إبراز التباينات التقنية والطبيَّة واللوجستيَّة بين اللِّقاحات.

خُطَّة البحث:

سوف يتبع الباحث خطة بحثية منهجية تشمل أهم النتائج والتوصيات من خلال ثلاثة مباحث:

المبحث الأول: استعراض الخلفية النَّظرية للفيروسات وأهمية اللِّقاحات، ويحتوي على مطلبين:

المطلب الأوَّل: الفيروسات.

المطلب الثَّاني: اللِّقاحات.

المبحث الثَّاني: فيروس كورونا، ويحتوي على مطلبين:

المطلب الأوَّل: فيروس كورونا واللِّقاحات.

المطلب الثَّاني: فيروس كوفيد 19.

المبحث الثَّالث: اللِّقاحات المستخدمة لمقاومة فيروس كوفيد 19، ويحتوي على مطلبين:

المطلب الأوَّل: أنواع اللِّقاحات الخاصَّة بكوفيد 19.

المطلب الثَّاني: المقارنة ما بين لقاحات كوفيد 19.

المبحث الأول: استعراض الخلفية النَّظرية للفيروسات وأهمِّيَّة اللِّقاحات

المطلب الأول: الفيروسات.

الفيروسات (Viruses) من أشد العوامل البيولوجية قدرة على التسبب في الأمراض المعدية؛ وهي كائنات دقيقة لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الإلكتروني، ويختلف العلماء في تصنيفها ما بين كائن حي أو غير حي؛ وذلك لافتقارها إلى بنى خلوية خاصَّةٍ بها، ولعجزها عن التكاثر وعن إنتاج طاقتها ذاتياً؛ فإنَّها تحتاج إلى خلية حيَّة مضيفة لتكمل دورة حياتها (Flint et al., 2020)؛ فهي تُمثِّل نظاماً جزيئياً يتكون في أبسط أشكاله من مادة وراثية؛ إما حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين (DNA- Deoxyribonucleic acid) وإمَّا حمض نووي ريبوزي (RNA- Ribonucleic acid)، محاط بغلاف بروتيني يسمى الكابسيد (Capsid)، وقد تحاط في بعض الأنواع بغلاف دهني يشتق من غشاء الخلية المضيفة (Flint et al., 2020) (Murray et al., 2020).

ومع هذا التَّركيب البسيط تتمتع الفيروسات بقدرة مذهلة على التضاعف، ويعتمد هذا كلياً على استغلالها للآليات الخلوية الخاصَّة بالمضيف؛ وهذا مما يجعلها طفيليات خلوية مطلقة، (Murray et al., 2020). وتختلف الفيروسات في نوع مادتها الوراثية، وشكلها، وحجمها، وسلوكها التكاثري؛ الأمر الذي يُشكِّل الأساس في تصنيفها إلى فيروسات DNA، أو فيروسات RNA، أو فيروسات راجعة (Retroviruses) كما في فيروس الإيدز المُسمَّى (HIV).

كما أظهرت الدِّراسات أنَّ الفيروسات ليست مجرد مسببات للأمراض؛ فإنَّها تؤدي دوراً محورياً في التوازن البيئي؛ إذ تسهم في نقل الجينات بين الكائنات، وتؤثر في تنوع الأحياء الدقيقة في البيئات الطبيعية؛ بل وتستخدم في بعض التَّطبيقات البيولوجية بوصفها ناقلات جينية في العلاج الجيني واللِّقاحات الحديثة؛ كما في اللِّقاحات المعتمدة على تقنيات (mRNA) الخاصَّة بفيروس كوفيد-19، (Knipe & Howley, 2021).

ومن أمثلة الفيروسات التي تصيب البشر: فيروس الإنفلونزا الموسميَّة، وفيروس الحصبة، وفيروسات التهاب الكبد، وفيروس شلل الأطفال، والفيروس المُسبِّب لمرض الإيبولا، وأخيراً فيروس كورونا المستجد (SARS-CoV-2)، الذي تسبب في جائحة عالمية أثبتت من جديد خطورة هذه الكائنات المجهرية؛ ومن ثم الاحتياج إلى البحث عن طرق لتطوير لِقاحات جديدة ذات تكنولوجيا غير مسبوقة تساعد في منع هذه الكائنات الدَّقيقة أو كبحها (Baden et al., 2021).

ومع المخاطر الصِّحية المرتبطة بالفيروسات فإنَّ من أهم التحديات التي تواجه العاملين في مجال الكائنات الدقيقة فهم بنيتها وسلوكها؛ لأنَّه سوف يساعد في تصنيع لِقاحات فعَّالة لها؛ ولذلك تعد من أبرز الكائنات التي تستوجب الاستمرار في دراستها بعمق علمي ووعي تطبيقي.

ومن جهة أخرى تتنوع طرق انتقال العدوى الفيروسية بحسب نوع الفيروس؛ ومن أبرزها:

أ. الهواء والرذاذ التنفسي، كما في فيروس الإنفلونزا (Influenza virus)، وفيروس كورونا المستجد أو كوفيد 19، (SARS-CoV-2).

ب. الدم والسوائل الجسدية، كما في فيروس التهاب الكبد الوبائي (Hepatitis B Virus)، وفيروس نقص المناعة البشرية (HIV).

ج. الملامسة المباشرة أو الأسطح الملوثة، كما في فيروس الورم الحليمي البشري (HPV).

د. الحشرات الناقلة مثل البعوضة الزاعجة المصرية الناقلة لفيروس الضنك (Dengue virus)، وفيروس زيكا (Zika Pierson & Diamond, 2020).

كما تُظهر بعض الفيروسات خصوصية عالية تجاه اختيار الخلايا؛ بحيث لا تصيب إلا أنواعا محددة من الكائنات أو الأنسجة بحسب توافق البروتينات السطحية للفيروس مع مستقبلات الخلية (Cell receptors) كما في حالة البروتين الشوكي (Spike protein) في فيروس كورونا (Walls et al., 2020).

أما من حيث الوقاية فإنَّ مكافحة الفيروسات تستند إلى عدة محاور؛ هذه أبرزها:

1. التَّطعيم (Vaccination): هو الأساس في الوقاية من الكثير من الفيروسات؛ كما في لِقاحِ الحصبة، وشلل الأطفال، ولِقاحات mRNA الخاصَّة بكوفيد-19 (Krammer, 2020).
2. الاحتياطات الشخصية: مثل غسل اليدين بانتظام، وارتداء الكمامات، وتجنب الأماكن المزدحمة.
3. الحماية من الحشرات: باستخدام المبيدات أو الشبكات الواقية؛ خصوصاً في المناطق الاستوائية.
4. الفحص المبكر والعزل: للحدّ من انتشار الفيروس في المجتمع.

ومع تطور الطب الحديث لا تزال بعض الفيروسات تمثل تحدياً عالمياً؛ خصوصاً تلك القادرة على التحور السريع، أو المفتقرة إلى لِقاحات فعالة حتى الآن؛ لذا يعد تعزيز التوعية المجتمعية والاستثمار في البحث العلمي واللِّقاحات من أفضل وسائل الوقاية بعيدة المدى.

المطلب الثَّاني: اللِّقاحات

اللِّقاحات (Vaccines) من أهم الاكتشافات الطبية في تاريخ البشرية؛ إذ أسهمت في تقليل معدلات الوفيات والحد من انتشار الأمراض المعدية جذرياً ويعَّرف اللِّقاح: بأنَّه مادة بيولوجية يحقن بها الجسم فيحدث تحفيزاً للجهاز المناعي يحمله على الاستجابة المناعية الدِّفاعية ضد مسبب مرضي معين، دون التَّسبُّب في المرض نفسه (Plotkin et al., 2018).

وتُطوَّر اللِّقاحات وتُصنَّع بطرق متعددة؛ منها استخدام اللِّقاحات المعطلة (Inactivated Vaccines) المحتوية على فيروسات ميتة، واللِّقاحات الحية المضعَّفة (Live Attenuated Vaccines) المحتوية على صورة ضعيفة من الفيروس، ولِقاحات البروتينات الفرعية (Subunit Vaccines)، واللقاحات الجينية مثل لِقاحات الحمض النَّووي الريبوزي المرسال (mRNA Vaccines) التي أثبتت فاعليَّتها ضدَّ فيروس كورونا المستجد (SARS-CoV-2)، (Krammer, 2020).

ويسعى اللِّقاح إلى تدريب الجهاز المناعي (Immune System) إلى التعرف على الفيروس الحقيقي ومكافحته حال التعرض له مستقبلاً من خلال إنتاج أجسام مضادة، (Antibodies) وخلايا ذاكرة مناعية تعزز المناعة المكتسبة (Memory Cells).

وقد ساعدت اللِّقاحات في القضاء التام على بعض الأمراض، مثل: الجدري (Smallpox)، وكذلك في خفض معدلات أمراض أخرى مثل: شلل الأطفال (Poliomyelitis)، والحصبة (Measles)، كما تعد منظمة الصحة العالمية (WHO) من أبرز الهيئات التي تشرف على برامج التطعيم العالمي، وتقييم سلامة اللقاحات وفاعليتها (WHO, 2023).

ومع التطور العلمي صار تصميم اللِّقاحات أشد دقة؛ إذ تستخدم أدوات التكنولوجيا الحيوية (Biotechnology)، وهندسة الجينات في تطوير لِقاحات أكثر أماناً وذي استجابة مناعية أقوى كما في لِقاحي فايزر، وموديرنا ضِدَّ كوفيد-19 المبنيين على تقنية (mRNA) (Baden et al, 2021).

إنَّ فاعليَّة اللِّقاحات لا تعتمد فقط على التَّركيب العلمي، بل تتأثر أيضاً بمدى انتشارها، وقبول المجتمعات لها، وسهولة تخزينها وتوزيعها؛ وهي عناصر رئيسية في أي إستراتيجية وطنية للصحة العامة.

وقد اكتسبت اللِّقاحات أهمية كبيرة في وقتنا الحاضر؛ خاصَّة بعد جائحة كورونا - كوفيد 19؛ فكانت اللِّقاحات الأمل الوحيد للحد من انتشار هذا الفيروس، وتقليل العبء على الأنظمة الصِّحية، واستعادة مظاهر الحياة الطَّبيعية، وقد سارعت دول العالم إلى البحث عن لِقاحات إبَّان اجتياح هذا الفيروس للعالم، وإصابة ملايين البشر، والتَّسبُّب في وفاة الكثير منهم؛ فاعتمدت لقاحات مختلفة بناء على نتائج التجارب السَّريرية ودرجة الفاعليَّة؛ منها لقاح فايزر-بيونتيك (Pfizer-BioNTech)، وموديرنا (Moderna)، وأسترازينيكا (AstraZeneca)، وسينوفارم (Sinopharm)، إلا أنَّ توزيع هذه اللِّقاحات واجه تحديات كبيرة؛ أبرزها تفاوت القدرات اللوجستية بين الدول؛ فبعض اللِّقاحات – ومنها اللِّقاحات المعتمدة على تقنية (mRNA)- تتطلب درجات تبريد عالية تصل إلى -70° مئوية؛ الأمر الذي يعقد عمليات النقل والتخزين في

الدول النامية (Baden et al, 2021) وفي المقابل يمكن حفظ لِقاحات مثل: سينوفارم، أو جونسون آند جونسون في درجات حرارة الثَّلاجة العاديَّة؛ الأمر الذي يجعلها أكثر ملاءمة للبيئات محدودة الموارد.

من ناحية أخرى يواجه استخدام اللِّقاحات عبر التاريخ تردداً مجتمعياً في استخدامها؛ خاصَّة إذا كانت اللِّقاحات جديدة وغير منتشرة؛ وهذا أحد العوائق أمام الوصول إلى المناعة المجتمعية (Herd Immunity)، وقد لُوحظ هذا عند انتشار جائحة كوفيد- 19؛ إذ أثرت عوامل نفسية وثقافية -منها الخوف من الأعراض الجانبية، والشكوك في فاعليَّة اللِّقاح- في قرارات الأفراد، (Lazarus et al., 2021). ولهذا أُطلقت الكثير من الحملات التوعوية الصِّحية لتصحيح المفاهيم الخاطئة، ولتعزيز الثقة في المؤسسات الصِّحية والعلمية.

كما أسهمت التَّجربة العالمية الخاصة بتطوير لِقاحات كورونا في إحداث ثورة بيولوجية؛ إذ سرعت عمليات البحث، وتبنت تقنيات جديدة سوف تنعكس على تطوير لِقاحات لأمراض أخرى مزمنة أو مهملة؛ مثل: فيروس نقص المناعة (HIV)، وفيروس الملاريا (Malaria)، كما تؤكد منظمة الصِّحة العالمية أنَّ الوصول العادل إلى اللِّقاحات يجب أنَّ يكون جزءاً من العدالة الصِّحية العالمية؛ إذ إنَّه لا يمكن القضاء على أي جائحة ما لم يحصل الجميع على فرصة الحماية.

المبحث الثاني: فيروس كورونا

المطلب الأوَّل: أنواع فيروس كورونا

ينتمي فيروس كورونا إلى عائلة الفيروسات التاجية (Coronaviridae)؛ وهي مجموعة من الفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوان، وتعرف بهذا الاسم نظراً لشكلها تحت المجهر الإلكتروني؛ إذ تشبه التاج المحيط بالشمس (corona)، وتحتوي هذه العائلة على أربعة أجناس رئيسية، أحدها: من النوع ألفا (Alpha). والثاني: من النوع بيتا (Beta). وكلاهما يصيب البشر، أما الآخران، فأحدهما: من النوع غاما (Gamma). والآخر: من النَّوع دلتا (Delta) وكلاهما يصيب الطيور وبعض الثدييات (Perlman & Netland, 2009).

ومن فيروسات كورونا المعروفة سبعة أنواع تصيب الإنسان؛ أربعة منها تسبب أعراضاً تنفسية خفيفة شبيهة بالزكام؛ هي:

- HCoV-229E (Alpha coronavirus)
- HCoV-NL63 (Alpha coronavirus)
- HCoV-OC43 (Beta coronavirus)
- HCoV-HKU1 (Beta coronavirus)

أمَّا الأنواع الثلاثة الأُخرى فقد ارتبطت بتفشيات وبائية خطيرة؛ وهي:

1. فيروس كورونا المرتبط بالمتلازمة التنفسية الحادة الشديدة الذي ظهر في الصين عام 2002م، ويطلق عليه بالإنجليزية (Severe Acute Respiratory Syndrome-SARA-CoV).
2. فيروس كورونا المسبب لمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية الذي ظهر في السعودية عام 2012م، ويُطلق عليه بالإنجليزية (Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus-MERS-CoV).
3. فيروس كورونا المرتبط بالمتلازمة التنفسية الحادة الشديدة – النوع الثاني: وهو المسبب لجائحة كورونا في أواخر عام 2019م، ويطلق عليه اختصاراً كوفيد-19 (Corona Virus Disease-COVID-19) ويعني أمراضَ فيروس كورونا، وهو الأشدُّ انتشاراً وتأثيراً عالمياً من بين جميع فيروسات كورونا المعروفة (Zhou et al., 2020)، كما يُعبَّر عنه بالمصطلَح الإنجليزي (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2- SARS-CoV-2)

ويتميز SARS-CoV-2 بقدرته العالية على الانتقال عبر الرذاذ التنفسي، وبظهور متحورات متعددة له بمرور الوقت، مثل: متحور دلتا (Delta variant)، ومتحور أوميكرون (Omicron variant)؛ الأمر الذي زاد من صعوبة السيطرة عليه.

كما يتميز كوفيد19 بعدة خصائص؛ من أهمها القدرة على التكيُّف، وقدرته العالية على التحور الجيني (Genetic Mutation) الحادث في الجين المسؤول عن البروتين الشوكي (Spike Protein)؛ إذ يستخدمه الفيروس للارتباط بمستقبلات الخلايا البشرية فيؤدي إلى ظهور سلالات جديدة تعرف باسم المتحورات (Variants) تمتاز بخصائص جديدة؛ منها زيادة سرعة الانتشار، وقدرة الفيروس على التهرب المناعي (Immune Evasion)؛ ومن ثم تزيد حدة تأثيره المرضي ويجعل دراسته وتطوير لِقاحات خاصَّة به عملية مستمرة تتطلب مواكبة علمية دقيقة (Harvey et al., 2021). وهذه أبرز المتحورات:

1. متحور ألفا (Alpha - B.1.1.7): هو المتحور الذي ظهر في المملكة المتحدة أواخر 2020م، وامتاز بسرعة انتقال أعلى بنسبة بلغت 50%.
2. متحور بيتا (Beta - B.1.351): هو المتحور الذي ظهر في جنوب إفريقيا، وتميز بمقاومته النسبية لبعض اللِّقاحات.

3. متحور دلتا (Delta - B.1.617.2): هو المتحور الذي ظهر في الهند، وارتبط بزيادة كبيرة في الحالات المرضية ودخول المستشفيات، وعد من أشد المتحورات فتكاً.
4. متحور أوميكرون (Omicron - B.1.1.529): هو المتحور الذي ظهر في جنوب إفريقيا عام 2021م، ويحتوي على عدد كبير من الطفرات تتجاوز 30 طفرة في البروتين الشوكي؛ لذا أثار القلق بشأن قدرة اللِّقاحات على مواجهته (Callaway, 2021).

وقد دفعت هذه المتحورات الجهات الصِّحية المختلفة إلى تعديل اللِّقاحات، أو التوصية بجرعات تعزيزية (Booster Doses)، وكذلك إلى تحديث السياسات الصِّحية العالمية لتشمل إجراءات رقابية أكثر مرونة وسرعة في رصدها.

ومع اختلاف حدة الأعراض بين المتحورات، فإنَّ الوقاية العامة لا تزال فعالة؛ وتشمل التطعيم، وارتداء الكمامة، والتهوية الجيدة، والتباعد الاجتماعي.

كما أصبح تتبع التسلسل الجيني للفيروسات (Genomic Surveillance) أداة أساسية لفهم تطور الفيروس في الأوساط العلمية؛ ومن ثم للتخطيط للاستجابة المناسبة.

المطلب الثاني: فيروس كورونا واللِّقاحات

في أواخر عام 2019م ظهر فيروس جديد من فصيلة الفيروسات التاجية في مدينة ووهان الصينية عرف لاحقاً باسم فيروس كورونا المستجد (SARS-CoV-2)؛ مسبباً مرضاً تنفسياً حاداً أطلق عليه اسم كوفيد-19 k (COVID-19) وبسبب قدرته العالية على الانتقال والعدوى سرعان ما استحال جائحة عالمية أعلنتها منظمة الصحة العالمية رسمياً في مارس 2020م (WHO, 2020)؛ فتسبب في أزمات صحية واقتصادية واجتماعية غير مسبوقة.

وكما ذكرنا آنفا ينتمي فيروس كورونا المستجد إلى عائلة الفيروسات التاجية (Coronaviridae) التي تتضمن فيروسات سابقة مثل: SARS-CoV (2002) و MERS-CoV (2012)، إلا أنَّ النسخة الحالية تميزت بسرعة انتشار غير مسبوقة، وأعراض متعددة تتراوح بين الحمى والسعال وتلف الرئتين ومضاعفات التجلط الدموي (Huang et al., 2020).

وقد تسبب عدم الاستعداد العالمي لمثل هذه الجوائح، وكثرة الإصابات والوفيات، والخوف، وعدم وجود لقاح في بداية الجائحة، تسبب كل هذا في إرهاق الأنظمة الصحية، وتزايد الضغط على وحدات العناية المركزة حول العالم؛ فشكل ضغطاً دولياً لتطوير لقاحات فعالة خلال وقت قياسي.

وتحت هذا الضغط استطاعت عدة شركات الوصول إلى لِقاحات مرخصة خلال أقل من عام، وهو إنجاز علمي غير مسبوق في تاريخ اللِّقاحات (Krammer, 2020)، وتُعَد اللِّقاحات الوسيلة الأشد فاعلية في الوقاية من الأمراض المعدية؛ لأن اللِّقاح يحفز جهاز المناعة لإنتاج استجابة مناعية ضِدّ مسبب المرض دون التسبب في العدوى الفعلية، وتاريخياً ساعدت اللِّقاحات كثيراً في تقليل العبء المرضي العالمي؛ فقضت على الجدري، وقلصت الإصابة بشلل الأطفال بنسبة تزيد على 99% (Andre et al., 2008).

لذلك طورت عدة لِقاحات بتقنيات مختلفة لمساعدة الأجسام في مقاومة فيروس كوفيد-19 باستخدام تقنيات مختلفة من أبرزها تقنية الحمض النووي الريبوزي المرسال (mRNA)؛ التي اعتمدت عليها شركتا فايزر وموديرنا، وتقنية النواقل الفيروسية التي اعتمدت عليها لِقاحات أسترازينيكا، وجونسون، وسبوتنيك، وتقنية الفيروسات المعطلة المستخدمة في سينوفارم وسينوفاك (Baden et al., 2021; Polack et al., 2020).

المبحث الثالث: اللقاحات المستخدمة لمقاومة فيروس كورونا أو كوفيد 19

المطلب الأول: أنواع اللقاحات الخاصة بكوفيد 19

اللِّقاحات المضادة لفيروس كوفيد 19 (COVID-19 Vaccines) من أهم المنجزات العلمية في القرن الحادي والعشرين؛ إذ أسهمت في تقليل معدلات الوفاة، والحد من شدة الأعراض، وتخفيف الضغط على الأنظمة الصحية في جميع أنحاء العالم، وقد طورت عدة لِقاحات بطرق وتقنيات مختلفة (جدول رقم 1) يتميز كل منها بتركيبته، وفاعليته، وشروط حفظه، وآثاره الجانبية التي نستعرضها فيما يلي:

أولاً: لِقاح فايزر- بيونتيك (Pfizer-BioNTech)، (Polack et al.2020).

هو أول لِقاح اعتمدته منظمة الصحة العالمية للاستخدام الطارئ؛ صنع من قبل شركة فايزر بيونتيك Pfizer BioNTech) في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث يعتمد هذا اللقاح على تقنية الحمض النووي الريبيوزي المرسال (mRNA)؛ وهي التقنية التي تعتمد على حقن اللِّقاح داخل الجسم بغية إرسال تعليمات له لإنتاج جزء من بروتين الفيروس (spike protein)، لتحفيز الجهاز المناعي، ويعطى على جرعتين

يفصلهما 21 يوماً، ويخزن في درجات حرارة منخفضة تصل إلى -C70°، وقد أظهرت التجارب السريرية فاعليَّة تقدر بـ 95 %، كما سجلت بعض الآثار الجانبية، مثل الشعور بألم في موقع الحقن، والتعب، والحمى، والصداع.

ثانياً: لِقاح موديرنا (Moderna)، (Baden et al., 2021)

هو لِقاح مشابه للِقاح فايزر من حيث التقنية (mRNA)؛ صنع من قبل شركة موديرنا(Moderna) في الولايات المتحدة الأمريكية، لكنّه يعطى على جرعتين يفصلهما 28 يوماً، ويخزن في درجة حرارة تبلغ -C20°؛ الأمر الذي يسهل عملية توزيعه نسبياً.

كما أظهرت النتائج فاعليَّة تصل إلى (94.1%) في منع الإصابة بالأعراض الشديدة، وسجلت بعض الآثار الجانبية، منها: تورم الذراع، والشعور بالتعب، والقشعريرة، والحمى المؤقتة.

ثالثاً: لِقاح أسترازينيكا – أكسفورد (AstraZeneca-Oxford)، (Voysey et al., 2021)

يعتمد هذا اللِّقاح، والذي صنع من قبل شركة أسترازينيكا – أكسفورد (AstraZeneca-Oxford) في المملكة المتحدة على تقنية الناقل الفيروسي (Adenoviral Vector)، ويصنع باستخدام فيروس مأخوذ من الشمبانزي معدل وراثياً بحيث لا يسبب المرض للإنسان، لكنه يحتفظ بقدرته على اختراق الخلايا؛ لذا يستخدم حاملاً لنقل المادة الوراثية إلى خلايا الجسم كي تتعرف على فيروس كورونا، فيعمل على تحفيز الجهاز المناعي للتعرف على البروتين الشوكي للفيروس؛ ثم إنتاج أجسام مضادة وخلايا مناعية تتذكر الفيروس الحقيقي إذا أصاب الجسم في المستقبل، ويتميز هذا النوع من اللِّقاحات بأنه يخزن في درجة حرارة الثلاجة (8°C–2)، ويعطى على جرعتين يفصلهما 4 إلى 12 أسبوعاً، كما تتراوح فاعليَّته بين (70%-90%) بحسب الفاصل الزمني.

ومن أبرز آثاره الجانبية: الشعور بألم في الذراع، والإرهاق، والارتفاع الطفيف في درجة الحرارة، وفي حالات نادرة جداً سجلت جلطات دموية.

رابعاً: لِقاح جونسون آند جونسون (Johnson & Johnson – Janssen)، (Sadoff et al., 2021)

هو اللِّقاح الوحيد المعتمد، والذي يعطى في جرعة واحدة حتى الآن، وتعتمد التقنية هنا على استخدام ناقل فيروسي (Adenovirus 26) مشابه لتقنية أسترازينيكا، ويصنع هذا اللِّقاح من قبل شركة جونسون آند جونسون (Johnson & Johnson – Janssen) في الولايات المتحدة الأمريكية وبلجيكا، ويتميز بأنه يخزن في درجة حرارة تبلغ (8°C–2)، وتبلغ فاعليَّته (66.3%) في الوقاية من الحالات المتوسطة إلى الشديدة.

كما يتميز بسهولة التوزيع، لكنه قد تسبب في بعض حالات نادرة من التخثر الدموي جعل بعض الدول تفضل الأنواع الأخرى من اللِّقاحات.

خامساً: لِقاح سينوفارم (Sinopharm)، (WHO, 2021)

هو لِقاح تصنعه شركة سينوفارم (Sinopharm) في دولة الصين حيث يعتمد على تقنية الفيروس المعطل (Inactivated Virus)؛ أي استخدام نسخة غير نشطة من الفيروس لتحفيز المناعة، ويعطى هذا اللِّقاح على جرعتين يفصلهما 21 إلى 28 يوماً، ويخزن في درجة حرارة الثلاجة، وتتراوح فاعليته بين (50%-79%)، كما تعد آثاره الجانبية أقل حدة من لِقاحات تقنية (mRNA)؛ الأمر الذي يجعله خياراً مناسباً للفئات الأكثر حساسية.

سادساً: لقاح سبوتنيك (Sputnik V)، (Logunov et al., 2021)

يصنع هذا اللِّقاح من قبل معهد غاماليا الروسي (Garmaleye Institute) في دولة روسيا، ويستخدم تقنية النواقل الفيروسية المزدوجة (rAd26 وrAd5) لتعزيز المناعة عبر جرعتين مختلفتين يفصلهما 21 يوماً، ويخزن في درجات تبريد متوسطة تبلغ <<(18°C-)

وقد أظهرت النتائج الأولية فاعليَّة هذا اللِّقاح وأنها تصل إلى (91.6%)، وقد استخدمته عدة دول حول العالم خاصة دول أوروبا الشرقية وأمريكا اللاتينية، وسجلت بعض الآثار الجانبية منها: الحمى، والشعور بالتعب، وألم عضلي، وإسهال ومن الأعراض النادرة قد يكون لِلقاح تأثيرات مناعية وعصبية.

ومن الجدير بالذكر أنَّ لكل لِقاح من هذه اللِّقاحات مميزات وقيوداً؛ منها مدى مناسبته لفئات عمرية معينة، والتاريخ الطبي للمريض، وتوفر البنية التحتية الصحية.

كما تحتاج هذه اللِّقاحات للتطوير بما يسمى اللِّقاحات المعززة (Booster doses) لمواجهة المتحورات، مثل: متحور دلتا (Delta Variant)، ومتحور أوميكرون (Omicron Variant) بسبب التغيرات الجينية في الفيروس التي قد تُشكل خطورة عالية؛ خاصة على كبار السن وأصحاب الأمراض المزمنة.(Bar-On et al. 2021).

وقد تفاوتت إستراتيجيات الدول في اعتماد أنواع اللِّقاحات باختلاف عدة عوامل؛ منها: البنية التحتية للتخزين، والعلاقات السياسية، وسرعة التوريد، وتوفر البيانات السريرية، فعلى سبيل المثال: بينما اعتمدت المملكة العربية السعودية مزيجاً من لِقاحات فايزر وأسترازينيكا وموديرنا اعتمدت الإمارات العربية المتحدة اعتماداً كبيراً على لِقاح سينوفارم مع توسيع التغطية لاحقاً بلقاحي فايزر وموديرنا

المستخدم فيهما تقنية (mRNA)(Al Kaabi et al., 2021)؛ خاصة وأن تقنية (mRNA) تميزت بفاعليَّة مرتفعة وسرعة في توليد الأجسام المضادة، مع أنها تتطلب تجهيزات تبريد معقدة صعبت استخدامها في بعض المناطق الريفية أو الدول محدودة الموارد (Krammer, 2020).

أما لِقاحات الفيروس المعطل مثل: سينوفارم، وسينوفاك، فقد كانت أكثر قابلية للتوزيع في دول آسيا وإفريقيا، لكنها أظهرت فاعلية أقل خصوصا ضد المتحورات الجديدة.

كما أفادت عدة دراسات سريرية حديثة منها (Shaw et al., 2021) بأن المزج بين أنواع مختلفة من اللِّقاحات (Mix-and-match approach) - مثل إعطاء جرعة أولى من أسترازينيكا ثم جرعة ثانية من فايزر- يعزز الاستجابة المناعية مقارنة باستخدام اللِّقاح نفسه في الجرعتين.

أما على مستوى التوزيع العالمي فقد واجهت الكثير من الدول صعوبات في الحصول على اللِّقاحات المناسبة بسبب صعوبات التوريد ونحوه، وكذلك بسبب الإقفال العام والأسباب السياسية والاقتصادية؛ لذلك وبسبب الحاجة إلى هذه اللِّقاحات كانت هناك مبادرة عالمية من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO)، وتحالف اللِّقاحات (Gavi)، وائتلاف ابتكارات التأهب للأوبئة (CEPI) سميت مبادرة كوفاكس (COVAX)؛ وكان الغرض من هذه المبادرة ضمان الوصول العادل للِقاحات كوفيد-19 إلى جميع الدول بصرف النظر عن قدرتها الاقتصادية؛ خصوصاً الدول منخفضة الدخل، وللمساعدة في تأمين اللِّقاحات إليها بسرعة وكفاية دون أن تكون رهينة للمنافسة السوقية، مع دعم البنية التحتية لتوزيع اللِّقاح وإدارته في الدول التي تعاني من ضعف الخدمات الصحية؛ الأمر الذي ساعد في توزيع ملايين الجرعات من لِقاحات فايزر وأسترازينيكا وموديرنا حول العالم؛ فقلل الفجوة الصحية بين الدول الغنية والدول النامية خلال الجائحة؛ فكانت مبادرة كوفاكس نموذجاً للتضامن الصحي العالمي، وأحد أبرز الأمثلة على التعاون الدولي في وجه الأوبئة؛ خاصة وأنَّ التفاوت في التعامل مع الجوائح بين الدول قد يسهم في إطالة أمد الجائحة ويزيد من احتمالية ظهور متحورات جديدة (WHO, 2022).

ومع أهمية استخدام اللِّقاحات خاصة خلال الجوائح فإنه لا يزال هناك تحد مهم تفرضه الثقة المجتمعية في اللِّقاح (Confidence Vaccine)؛ بل ويعد عاملاً حاسماً في نجاح حملات التطعيم؛ فقد أظهرت الدِّراسات أنَّ الشفافية في نشر النتائج والتواصل الفعال من الجهات الصِّحية يرفعان من معدل الإقبال على التطعيم (Lazarus et al., 2021).

وأخيراً يمكن القول: إنَّ نجاح أي لِقاح لا يعتمد فقط على فاعليَّته داخل المختبر؛ بل يعتمد كذلك على تكامله مع واقع الأنظمة الصحية، ومراعاته للاعتبارات الثقافية والمجتمعية، وقدرته على التكيف مع التحديات المستقبلية كالمتحورات الفيروسية، والتوزيع العادل.

جدول رقم (1): يوضح التركيب الكيميائي للقاحات كورونا

ع	اللقاح	النوع	المادة الفعالة	المواد المساعدة
1	فايزربيونتيك	mRNA	لبروتينS mRNA	أملاح وماء, Alc-0315,Alc-0159,DSPC,Cholesterol
2	موديرنا	Mrna	لبروتينS mRNA	أملاح , سكروز-SM-102,PEG2000-DMG,holesterol
3	أسترازينيكا	ناقل فيروسي	ChAdOx1 ناقل فيروسي	Polysorbate80,Sucrose, EDTA,Histidine buffer
4	سينوفارم	فيروس معطل	فيروس معطل SARS-COV-2	هيدروكسيد الألمنيوم .فوسفات -كلوريد الصوديوم - ماء
5	سبوتينك	ناقل فيروسي مزدوج	rAd26+rAd5 ناقلات فيروسات	Tris buffer, EDTA,Polysorbate, سكروز
6	جونسون آندجونسون	ناقل فيروسي	ناقل فيروسي Ad26	Citric acid,Trisodium Citrate,Ethanol,Polysorbate80

المطلب الثاني: المقارنة ما بين لقاحات كوفيد 19

منذ إعلان منظمة الصحة العالمية جائحة كوفيد-19 في مارس 2020 صار تطوير اللِّقاحات أولوية قصوى للمجتمع العلمي العالمي، وبفضل الجهود المكثفة في مجالات علم الفيروسات والهندسة الوراثية وتقنيات تصنيع اللِّقاح توفرت عدة لِقاحات ضِدّ الفيروس في وقت قياسي؛ الأمر الذي ساعد في تقليل شدة المرض وانتشاره.

وتختلف هذه اللِّقاحات في طبيعة التقنية المستخدمة، وفاعليّة التحصين، والجدول الزمني للجرعات، ومتطلبات التخزين، وهذا يستدعي إجراء مقارنة علمية دقيقة لتحديد أوجه الشبه والاختلاف بينها جدول رقم (2).

أولاً: التقنيات المستخدمة في تصنيع اللِّقاحات

تنقسم لِقاحات كوفيد-19 من حيث التقنية المستخدمة إلى ثلاث فئات رئيسية:

1. لِقاحات (mRNA) (الحمض النووي الريبوزي المرسال): تمثله شركة فايزر-بيونتيك (Pfizer-BioNTech) وشركة موديرنا (Moderna). وتعتمد على إرسال تعليمات وراثية إلى الجسم لإنتاج بروتين سبايك الخاص بالفيروس وتحفيز المناعة. وتمتاز هذه اللِّقاحات بسرعة الإنتاج والفاعلية العالية، لكنها تحتاج إلى درجات تبريد منخفضة جداً (Polack et al., 2020) (Baden et al., 2021).
2. لِقاحات النواقل الفيروسية (Viral Vector Vaccines): تمثله شركة أسترازينيكا (AstraZeneca)، وشركة جونسون آند جونسون (Johnson & Johnson)، وشركة سبوتنيك V (Sputnik V)، وتستخدم فيروسات غير ممرضة لنقل الشيفرة الوراثية لبروتين الفيروس، ويمتاز هذا النوع من اللِّقاحات بإمكانية حفظها في درجات حرارة الثلاجة، لكنها ارتبطت في حالات نادرة بمضاعفات دموية (Sadoff et al., 2021) (Voysey et al., 2021).
3. لِقاحات الفيروس المعطل (Inactivated Vaccines): تمثله شركة سينوفارم (Sinopharm)، وشركة كورونافاك (CoronaVac)، وتحتوي على فيروسات ميتة لا تسبب المرض، لكنها تثير استجابة مناعية، وتتميز بمأمونية عالية لكنها ذات فاعلية أقل نسبياً (Al Kaabi et al., 2021).

ثانياً: الفاعليَّة ضد الإصابة والأعراض الشديدة

تشير الدِّراسات إلى أنه من خلال التجارب السريرية يتضح وجود تفاوت في فاعليّة اللِّقاحات؛ خاصة مع ظهور متحورات جديدة، مثل: دلتا، وأوميكرون، ونحوها التي قد تؤثر على فاعلية اللِّقاح؛ الأمر الذي استدعى تعزيز الجرعات خاصة مع اللِّقاحات المعتمدة على الفيروس المعطل؛ ولذلك كانت فاعلية اللِّقاحات على النحو التالي:

- لِقاح فايزر: أظهر فاعلية تصل إلى (95%) في الوقاية من الأعراض المصاحبة، وفاعلية كبيرة في الحماية من تدهور الحالات المصابة.
- لِقاح موديرنا: سجل فاعليَّة بلغت (94.1%).
- لِقاح أسترازينيكا: تراوحت فاعليَّته بين (70% إلى 90%) بحسب الزمن الفاصل بين الجرعات.
- لِقاح جونسون آند جونسون: أظهر فاعليَّة بلغت (66.3%) مع الحالات المتوسطة والشديدة.
- لِقاح سبوتنيك V: أظهر فاعليَّة بلغت (91.6%).
- لِقاح سينوفارم: تراوحت فاعليَّته بين (50% إلى 79%) بحسب البلد والفئة السكانية.

ثالثاً: الأعراض الجانبية والمأمونية

- اللِّقاحات المعتمدة على تقنية (mRNA) أقل من جهة الأعراض الجانبية المؤقتة؛ ومنها الألم والاحمرار، والتعب العام، والارتفاع الطفيف في درجة الحرارة.
- اللِّقاحات المعتمدة على النواقل الفيروسية ارتبطت في حالات نادرة بتجلطات دموية؛ خصوصاً لدى النساء تحت سن الـ50؛ وقد أدى هذا إلى تقييد استخدامها في بعض الدول (EMA, 2021).
- اللِّقاحات المعتمدة على الفيروس المعطل سجلت أقل نسبة من الآثار الجانبية، لكنها تحتاج أحياناً إلى جرعات إضافية لتحقيق مستويات مناعية مرتفعة.

وبسبب تعدد الإصابات وتفاوت الفاعليَّة ما بين اللِّقاحات ومزايا كل لقاح وعيوبه، وللتقليل من الآثار الجانبية خاصة على كبار السن؛ لكل هذا وضعت معايير لاختيار اللِّقاح المناسب لا تقتصر على الفاعليَّة؛ بل تعتمد كذلك على عوامل أخرى؛ منها السلامة، والبنية الصحية، وتكلفة التوزيع، وتقبل المجتمع، وكذلك استخدمت تقنية دمج اللِّقاحات.

وتشير بعض الدِّراسات إلى أن المزج ما بين لقاحين مختلفين (مثل: أسترازينيكا، وفايزر) قد يولد استجابة مناعية أقوى دون زيادة كبيرة في الآثار الجانبية (Shaw et al., 2021)، ولهذا صارت هذه الإستراتيجية مقبولة علمياً في الكثير من البلدان.

ومن جهة أخرى واجهت اللِّقاحات تحديات كبيرة خاصة في التوزيع والتخزين، ومنها اللِّقاحات المعتمدة على تقنية (mRNA) بسبب احتياجها إلى درجات تبريد عالية تصل إلى -C70°؛ الأمر الذي قيد استخدامها في الدول ذات البنية التحتية الضعيفة.

وفي المقابل كانت لِقاحات أسترازينيكا وسينوفارم أسهل في التوزيع والتخزين، وقد استدعى هذا أن تطلق منظمة الصِّحة العالمية وبعض المؤسسات الأخرى - كما ذكرنا آنفا- مبادرة أسمتها "كوفاكس (COVAX) "لتوفير اللِّقاحات للدول النامية، إلا أنَّ التفاوت في نسب التلقيح العالمي لا يزال موجوداً حتى الآن (WHO, 2022).

جدول رقم (2): يوضح التحليل المقارن بين لقاحات كورونا كوفيد19

	اللقاح	الشركة المصنعة	التركيب الكيميائي	أشكال العبوة	دولة التصنيع	التركيز	المميزات	العيوب
1	فايزر بيونتيك	Pfizer/ BioNTech	mRNA	قارورة متعددة الجرعات -70˚C	أمريكا- ألمانيا- أوروبا	30ميكروغرام mRNA	فاعلية >90%، استجابة مناعية قوية	يتطلب تبريدا عاليا، وله أعراض جانبية
2	موديرنا	Moderna	mRNA	قارورة متعددة الجرعات -20˚C	أمريكا	100 ميكروغرام mRNA	فاعلية مرتفعة، ومرونة في التخزين	أعراض جانبية أكثر حدة
3	أسترازينيكا	Astrazeneca Oxford	ناقل فيروسي	قارورة متعددة الجرعات 2-8˚C	المملكة المتحدة- الهند- كوريا	5×10^10 Particles	تكلفة منخفضة، وسهل التخزين	ربط نادر بتجلطات، وفاعلية اقل
4	سينوفارم	Sinopharm	فيروس معطل	قارورة متعددة الجرعات أو أحادية 2-8˚C	الصين- الإمارات- مصر	6.5 وحدات بروتينية	تقنية تقليدية مأمونة	فاعلية أقل، واستجابة ضعيفة من كبار السن
5	سبوتينك	Garmaleye Institute	ناقل فيروسي مزدوج	قارورة متعددة الجرعات 8-18˚C	روسيا- الهند- الأرجنتين	10 11 Particles	فاعلية مرتفعة، وحساسية شديدة	نقص في الشفافية، وبيانات محدودة
6	جونسون آند جونسون	Johnson& Johnson	ناقل فيروسي	قارورة متعددة الجرعات 2-8˚C	أمريكا - بلجيكا- دول أخرى	5×10 ^10 Particles	جرعة واحدة، وسهل التخزين	فاعلية أقل، وتقارير عن تجلطات

الخاتمة: النتائج والتوصيات

تناولت الدِّراسة اختلاف تقنيات تصنيع لِقاحات كوفيد-19؛ ذلك الاختلاف الذي أدى إلى تباينات كبيرة في الأداء، والتخزين، والآثار الجانبية.

ومع إظهار بعض اللِّقاحات فاعلية أعلى فإن هناك تحديات في توزيع هذه اللِّقاحات وتوفرها، وكان هذا عاملاً حاسماً في الدول ذات البنية التحتية الضعيفة.

وتؤكد الدِّراسة أنَّ اختيار اللِّقاح يجب ألا يكون مبنياً على الفاعلية فقط؛ بل يجب مراعاة ظروف التخزين، وسهولة الوصول، وملاءمة اللِّقاح للفئات السكانية المستهدفة؛ لذلك حاول الباحث تسليط الضوء على أنواع اللِّقاحات والمقارنة بينها من حيث التركيب الكيميائي والخصائص العلاجية، ويأتي ذلك في ظل افتقار المكتبة العربية للمؤلفات والأبحاث التي تتحدث عن هذه اللقاحات.

ويأمل الباحث أن تكون نتائج الدِّراسة وتوصياتها بداية الطريق لأبحاث أخرى تستكشف الأعراض الجانبية لهذه اللِّقاحات، ومدى مأمونيتها، كما يرجو أن يكون قد وفق في عرض المادة العلمية.

وفيما يلي أهم نتائج الدراسة وتوصياتها:

أولا: نتائج الدراسة

بعد استعراض الدِّراسة الخاصة بالمقارنة العلمية بين لِقاحات كورونا الستة من حيث التركيب، والخصائص، والدلالات الصحية؛ يتضح أنَّ هناك اختلاف بين اللِّقاحات من حيث التقنية المستخدمة؛ وبالتالي اختلفت الأعراض الجانبية والآثار الصحية لكل لِقاح، وبسبب كثرة الوفيات البشرية على المستوى العالمي والمحلي أصبح الاهتمام بتقليل الإصابات أو الوفيات مقدم على الآثار الصِّحية، ويأتي هذا في ظل اختيار الدول لِلقاحات المطروحة في ذلك الوقت بناء على قدرة الدول المالية في توفيرها وكذلك تخزينها، لذلك توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج؛ هذه أهمها:

1. لِقاح فايزر موديرنا المستخدم فيه تقنية (mRNA) أكثر اللِّقاحات فاعليَّة، بمستوى حماية بلغ (90%)؛ خاصَّة في الوقاية من الحالات والإصابات الشديدة، أما لِقاح سبوتنيك V فقد أظهر فاعليَّة تقارب (91%)، وأما لِقاحات أسترازينيكا وجونسون وسينوفارم، فأظهرت فاعليّة أقل تتراوح ما بين (66%) و(79%).
2. اعتمد الاختلاف في التركيب الكيميائي بين اللِّقاحات باختلاف التقنية المستخدمة (المادة الفعالة)؛ سواء كانت تقنية (mRNA)، أو الفيروسات الناقلة، أو الفيروسات المعطلة؛ لذا تعد الأساس في التفاوت بين الِّلقاحات من حيث الفاعليّة، والتوزيع، والتحمل والاستجابة المناعية.
3. تخزين لِقاحَي موديرنا وفايزر، وتوزيعهما يحتاج درجات تبريد عالية (–20° إلى –70°)، وهذا مما يعيق توزيعها في الدول ذات البنية التحتية الضعيفة، أما لِقاحات سينوفارم وأسترازينيكا وجونسون، فيمكن حفظها في الثلاجات العادية فيسهل توزيعها.
4. من حيث السلامة والآثار الجانبية هناك أعراض جانبية مؤقتة لكنها أشد حدة نسبياً اللِّقاحات المعتمدة على تقنية (mRNA)، أما اللِّقاحات المعطلة فهي أكثر اعتدالا من حيث الأعراض الجانبية؛ لذا كانت لِقاحات الفيروس المعطل، مثل: سينوفارم أكثر أماناً وأقل من حيث الأعراض الجانبية، لكنها أقل فاعليَّة لدى كبار السن، كما ارتبطت اللِّقاحات المعتمدة على النواقل الفيروسية في حالات نادرة بحدوث تجلطات كما في لِقاح أسترازينيكا.
5. ارتبطت الاستجابة وتقبل المجتمع لِلقاح غالباً بمستوى التعليم، والمعلومات المتاحة، ومصدر التصنيع؛ لذلك كانت الثقة الأعلى في اللِّقاحات تميل إلى لِقاحات فايزر وموديرنا.

ثانياً: توصيات الدراسة

1. إن الذي يعزز الاستجابة المناعية هو استخدام أكثر من نوع من اللِّقاحات بما يناسب الفئات العمرية، وظروف التخزين المحلية.
2. من المعايير المهمة لتقبل اللِّقاحات، هو تعزيز الحملات التثقيفية التوعوية بين المواطنين حول الِّلقاحات، لتعزيز الثقة وتقليل التردد المجتمعي.
3. اعتماد إستراتيجية مرنة في التطعيم بحيث تقدم لِقاحات (mRNA) للفئات أو الحالات عالية الخطورة، أما اللِّقاحات التقليدية فتوجه للدول أو المناطق ذات البنية التحتية المحدودة.
4. دعم القدرات المحلية الوطنية وتشجيعها على الإسهام في تصنيع اللِّقاحات للإسهام في الأمن الصِّحي.
5. إجراء المزيد من الدِّراسات العربية المحكَّمة، والتعاون فيما بين الجهات المعنية على الصعيدين المحلي والعربي للإسهام في تكوين قاعدة بيانات إقليمية تُعنى بالأبحاث الخاصة بهذه اللِّقاحات.
6. إنشاء سجل وطني موحد لدراسة الآثار العرضية الجانبية لِلّقاحات؛ وذلك لتوحيد تقارير ما بعد التطعيم، وتحليل البيانات تحليلاً منهجياً يتيح اتخاذ قرارات مستندة إلى الأدلة؛ خاصة مع اللِّقاحات الجديدة أو المتغيرة.
7. متابعة البروتوكولات الصِّحية وتحديثها بناء على المتحورات؛ بحيث تواكب السياسات الصِّحية عند ظهور المتحورات الجديدة، وهذا يتطلب مرونة في تبديل أنواع اللِّقاحات أو تعزيزها بحسب الفاعليَّة المثبتة تجاه المتغيرات الجينية.
8. التعاون مع المنظمات العالمية في دراسة خصائص الفيروسات بكل تفاصيلها وكيفية مواجهتها.
9. تمكين القطاع الخاص من تصنيع اللقاحات المختلفة بناء على خطورة انتشار الفيروسات مستقبلاً.

قائمة المراجع:

- أبو الراغب، ن، العبادي، ر. (2022). فاعلية لِقاحات كوفيد-19 لدى الكوادر الصِّحيَّة في الأردن. مجلَّة العلوم الطِّبيَّة الأردنية، 48(2)، 135-149.
- خالد، أ.، & الصالح، ن.، (2023). استخدام تقنية النَّواقل الفيروسية في تطوير لِقاحات كورونا: دراسة تحليلية مقارنة. المجلَّة العربية للبحوث الطِّبيَّة والصِّحيَّة، 18(1)، 66-81.
- الزيد، أ.، & البلوشي، ر. (2023). مقارنة فاعليَّة لِقاحات mRNA. مجلة أبحاث الطب الوقائي العربي، 9(2)، 88-102.
- السليمان، ع. (2021). استجابة كبار السِّنِّ لِلقاح أكسفورد-أسترازينيكا. المجلة السُّعودية للعلوم الصِّحيَّة، 12(1)، 45-59.
- العتيبة، س.، & خالد، م. (2022). ملاحظات ما بعد لِقاح سينوفارم. مجلة الصِّحَّة الخليجية، 14(3)، 201-212.
- القحطاني، م.، (2022). تحليل تقبُّل اللِّقاح في المجتمع السُّعودي. المجلَّة العربية لعلم النَّفس الاجتماعي، 17(4)، 55-70.
- Al Kaabi, N., et al. (2021). Phase III clinical trial of inactivated SARS-CoV-2 vaccine in the UAE. The Lancet, 398(10296), 99–107.
- Al Khatib, H. A., et al. (2021). Side effects and perceptions following COVID-19 vaccination in the Middle East: A cross-sectional study. Vaccines, 9(6), 617. https://doi.org/10.3390/vaccines9060617
- Anderson, E. J., Rouphael, N. G., Widge, A. T., et al. (2020). Safety and Immunogenicity of SARS-CoV-2 mRNA-1273 Vaccine in Older Adults. New England Journal of Medicine, 383, 2427–2438. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2028436
- Baden, L. R., El Sahly, H. M., Essink, B., et al. (2021). Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. New England Journal of Medicine, 384(5), 403–416. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2035389
- Baraniuk, C. (2021). What do we know about China's covid-19 vaccines? BMJ, 373, n912. https://doi.org/10.1136/bmj.n912
- Bar-On, Y. M., et al. (2021). Protection of BNT162b2 booster against COVID-19 in Israel. New England Journal of Medicine, 385(15), 1393–1400. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2114255
- Callaway, E. (2021). Heavily mutated Omicron variant puts scientists on alert. Nature, 600(7887), 21. https://doi.org/10.1038/d41586-021-03552-w
- Flint, S. J., Racaniello, V. R., Rall, G. F., Skalka, A. M., & Enquist, L. W. (2020). Principles of Virology (5th ed.). ASM Press.
- Harvey, W. T., Carabelli, A. M., Jackson, B., et al. (2021). SARS-CoV-2 variants, spike mutations and immune escape. Nature Reviews Microbiology, 19(7), 409–424. https://doi.org/10.1038/s41579-021-00573-0
- He, Q., Mao, Q., An, C., et al. (2021). COVID-19 vaccines: current understanding on immunogenicity, safety, and further considerations. Frontiers in Immunology, 12, 669339. https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.669339
- Huang, Y., Yang, C., Xu, X. F., et al. (2020). Structural and functional properties of SARS-CoV-2 spike protein: potential antivirus drug development. Acta Pharmacologica Sinica, 41, 1141–1149. https://doi.org/10.1038/s41401-020-0485-4
- Kim, J. H., Marks, F., & Clemens, J. D. (2021). Looking beyond COVID-19 vaccine phase 3 trials. Nature Medicine, 27, 205–211. https://doi.org/10.1038/s41591-021-01230
- Knipe, D. M., & Howley, P. M. (2021). Fields Virology (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Knoll, M. D., & Wonodi, C. (2021). Oxford–AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy. The Lancet, 397(10269), 72–74. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32623-4
- Krammer, F. (2020). SARS-CoV-2 vaccines in development. Nature, 586(7830), 516–527. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2798-3
- Logunov, D. Y., Dolzhikova, I. V., Shcheblyakov, D. V., et al. (2020). Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine. The Lancet, 397(10275), 671–681. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8
- Logunov, D. Y., et al. (2021). Long-term follow-up for efficacy and safety of Sputnik V. The Lancet Regional Health – Europe, 2, 100017. https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100017
- Mahase, E. (2021). COVID-19: Where are we now with vaccine distribution? BMJ, 372, n165. https://doi.org/10.1136/bmj.n165

15. Lazarus, J. V., Ratzan, S. C., Palayew, A., et al. (2021). A global survey of potential acceptance of a COVID-19 vaccine. Nature Medicine, 27, 225–228. https://doi.org/10.1038/s41591-020-1124-9

- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2020). Medical Microbiology (9th ed.). Elsevier.
- Nguyen, L. C., et al. (2022). Nature Reviews Immunology, 22, 509–524.
- Perlman, S., & Netland, J. (2009). Coronaviruses post-SARS: Update on replication and pathogenesis. Nature Reviews Microbiology, 7(6), 439–450. https://doi.org/10.1038/nrmicro2147
- Pierson, T. C., & Diamond, M. S. (2020). The continued threat of emerging flaviviruses. Nature Microbiology, 5(7), 796–812. https://doi.org/10.1038/s41564-020-0714-0
- Plotkin, S., Orenstein, W., & Offit, P. A. (2018). Plotkin's Vaccines (7th ed.). Elsevier.
- Polack, F. P., Thomas, S. J., Kitchin, N., et al. (2020). Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. New England Journal of Medicine, 383, 2603–2615. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2034577
- Saad-Roy, C. M., et al. (2020). Immune life history, vaccination, and the dynamics of SARS-CoV-2 over the next 5 years. Science, 370(6518), 811–818. https://doi.org/10.1126/science.abd7343
- Sadoff, J., et al. (2021). Interim results of a phase 3 trial of Ad26.COV2.S Covid-19 vaccine. NEJM, 384, 2187–2201. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2101544
- Shaw, R. H., et al. (2021). Heterologous prime-boost COVID-19 vaccination: Initial reactogenicity data. The Lancet, 397(10289), 2043–2046. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01115-6
- Voysey, M., Clemens, S. A. C., Madhi, S. A., et al. (2021). Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222). The Lancet, 397(10269), 99–111. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32661-1
- Walls, A. C., Park, Y. J., Tortorici, M. A., Wall, A., McGuire, A. T., & Veesler, D. (2020). Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 spike glycoprotein. Cell, 181(2), 281–292. https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.058
- World Health Organization. (2021). The Sinopharm COVID-19 vaccine: what you need to know. Retrieved from https://www.who.int/news-room
- World Health Organization. (2022). WHO Director-General: No one is safe until everyone is safe. https://www.who.int/news/item/30-03-2022
- World Health Organization. (2022). WHO strategy to achieve global COVID-19 vaccination by mid-2022. https://www.who.in thttps://doi.org/10.1038/s41591-020-1124-9
- World Health Organization. (2023). Immunization coverage. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverag
- Zhang, Y., Zeng, G., Pan, H., et al. (2021). Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac). The Lancet Infectious Diseases, 21(2), 181–192. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30843-4
- Zhou, P., Yang, X. L., Wang, X. G., et al. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature, 579(7798), 270–273. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7