Journal of
Distance Learning and Open Learning
Print ISSN : 2314-8829 Online ISSN2314-8837

The extent to which smart wearable device data can be used in medical decision-making: a field study

Dr. Abeer Helal Abd Elaal
Dr. Sayed Ahmed Bakhit
Department of Information Sciences, Faculty of Arts, Beni - Suef University
abeer.mohamed@art.bsu.edu.eg

DOI: https://doi.org/10.21608/jdlol.2022.300807

Abstract:

The medical and health field is one of the vital fields in society because it is related to human life and survival, and wearable smart device technology is one of the most important applications of the Internet of Things (IOT), which the medical field began to use and adopt recently, as it represents a tool to enhance patients' participation in their health data and their interaction with the doctors. Although the patients are the direct beneficiaries of such technologies, their use also included medical staff, especially doctors. They helped doctors diagnose, treat, and follow up on their patients in real time, while making the necessary decisions as a result of this follow-up. This study attempted to determine the extent to which doctors' benefit from wearable smart device data in making the necessary medical decisions for patients and following up on their health conditions. The study relied on the

field approach to describe and analyze the study, using the questionnaire as a main tool for collecting data related to the study. Among the most important findings of the study is that the motivations of doctors (study sample) to use wearable devices are as follows: Monitoring the patient's health status by 84.9%, followed by sending distress calls in cases of danger by 75.7%, followed by caring for the elderly, facilitating their lives, supporting their independence, and following up on their condition. Telehealth by 61.1%, early detection of health problems by 55.1%, immediate sharing of data by 51.4%, better medical care by 47.6, reduction of periodic patient visits to the hospital, and visits to medical clinics by 37.8. One of the most important recommendations is that physicians' awareness of the importance of wearable device data must be increased, and that this future field needs more attention and focus on it.

Keywords: *Smart wearable devices - wearable medical technologies - Internet of medical things - digital health.*

Received 2023-02-11 Accepted 2023-05-28

مدى الإفادة من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في اتخاذ القرارات الطبية: دراسة ميدانية

د/ عبير هلال عبدالعال.

د/ سيد أحمد بخيت.

قسم علوم المعلومات، كلية الآداب، جامعة بنى سويف

مستخلص:

يعد المجال الطبي والصحي من المجالات الحيوية في المجتمع لما له صلة بحياة الإنسان وبقائه، وتعد تقنية الأجهزة الذكية القابلة للارتداء من أهم تطبيقات انترنت الأشياء IOT والتي شرع المجال الطبي في استخدامها واعتمادها منذ وقت قريب، حيث أنها تمثل أداة لتعزيز مشاركة المرضى بياناتهم الصحية وتفاعلهم مع الأطباء. على الرغم من أن المرضى هم المستفيدون المباشرون من مثل هذه التقنيات إلا أن استخدامها شمل أيضا الطواقم الطبية وبخاصة الأطباء، فقد ساعدت الأطباء في تشخيص وعلاج ومتابعة مرضاهم في الوقت الفعلي، مع اتخاذ ما يلزم من قرارات نتيجة لهذه المتابعة. وقد حاولت هذه الدراسة أن تقف على مدى إفادة الأطباء من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في اتخاذ ما يلزم من قرارات طبية للمرضى ومتابعة حالاتهم الصحية. واعتمدت الدراسة على المنهج الميداني لوصف وتحليل الدراسة، باستخدام الاستبانة كأداة رئيسة لجمع البيانات المتعلقة بالدراسة. ومن أهم النتائج التي توصلت لها الدراسة أن دوافع الأطباء (عينة الدراسة) لاستخدام الأجهزة القابلة للارتداء تمثل فيما يلي: مراقبة الحالة الصحية للمريض بنسبة ٨٤.٩٪، تليها إرسال إستغاثات في حالات الخطر بنسبة ٧٥.٧٪، تليها رعاية كبار السن وتسهيل حياتهم ودعم استقلاليتهم ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد بنسبة ٦١.١٪، ثم الاكتشاف المبكر للمشكلات الصحية بنسبة ٥٥.١٪، ثم المشاركة الفورية للبيانات

بنسبة ٥١.٤٪، ثم توفير رعاية طبية أفضل بنسبة ٤٧.٦، ثم خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية بنسبة ٣٧.٨. ومن أهم التوصيات أنه يجب زيادة وعي الأطباء بأهمية بيانات الأجهزة القابلة للارتداء، وأن هذا المجال المستقبلي في حاجة الى مزيد من الاهتمام والتركيز عليه.

الكلمات المفتاحية: الأجهزة الذكية القابلة للارتداء– التقنيات الطبية القابلة للارتداء . انترنت الأشياء الطبية– الصحة الرقمية.

تمهيد:

يشهد العالم في الآونة الأخيرة ثورة تكنولوجية ومعلوماتية غير مسبوقة أثرت في كل مناحي الحياة نتجت عن التقدم في تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، ويشكو العالم اليوم في ظل التقنيات المعلوماتية من تضخم في حجم البيانات والحاجة إلى سرعة إيصالها وتبادلها ومعالجتها وتخزينها وتنظيمها والوصول إليها بما يتماشى التطور التكنولوجي والمعلوماتي، وتعد تقنية انترنت الأشياء والأجهزة القابلة للارتداء إحدى التكنولوجيات الحديثة التي أتاحت للأجهزة التواصل مع بعضها البعض عبر الإنترنت في عملية تفاعلية ديناميكية مستمرة بحيث أصبحت هذه الاجهزة ذكية وقادرة على اتخاذ ما يلزم من قرارات، ووفرت جهدًا، ووقتًا وحلولًا ذات فعالية وسرعة بشكل غير مسبوق.

مع التطور الهائل في التكنولوجيا الرقمية وانتشار الحوسبة في كل مكان وتقلص حجمها، تبحث التكنولوجيا القابلة للارتداء عن فرصة لدمج أجهزة الحاسب وأجهزة الاستشعار مع جسم الإنسان على نحو يسهل التواصل بين الإنسان والمكونات الحاسوبية التي يرتديها. حيث تم دمجها في الملابس والأحذية والحلي، والإكسسوارات، كالساعات والنظارات وكل ما يمكن للإنسان ارتدائه.

تمثل تقنية الأجهزة القابلة للارتداء أحد أهم تطبيقات انترنت الأشياء IOT Internet of Thingsوقد خرجت هذه الأجهزة من رحم مفهوم إنترنت الأشياء وشرع المجال الطبي في استخدامها، وهي ذات فائدة للمرضى في تتبع حالاتهم الصحية وقياس العلامات الحيوية لهم في الوقت الفعلي، كما ساهمت هذه التقنية بفعالية في التشغيل البيني للبيانات، وفي اتصال الأجهزة المادية ببعضها البعض والتقاط البيانات فيما بينها عبر شبكة الإنترنت. ولا يقف الأمر عند هذا الحد، بل تقوم هذه التقنية الحديثة كمراقب ومسجل ومُخزِّن وعارض لتلك البيانات. وقد ساعدت هذه التقنية أيضا الأطباء في تتبع الحالة الصحية لمرضاهم مع اتخاذ ما يلزم من قرارات نتيجة لهذه المتابعة.

١/٠ المقدمة المنهجية:

١/١ إشكالية الدراسة وتساؤلاتها:

لا شك أن الاطباء يمثلون عنصرا مهما في منظومة الرعاية الصحية؛ إذ هم المنوط بهم في كثير من الحالات متابعة البيانات التي ترسل عن طريق الأجهزة الذكية القابلة للارتداء والتفاعل معها بشكل ايجابي واتخاذ القرار الطبي المناسب بما يتلاءم وتطور الحالة المرضية للمريض. من هنا تكمن مشكلة الدراسة في محاولة التعرف على مدى إفادة الأطباء من هذه الأجهزة، ومدى الاعتماد عليها والموثوقية في بياناتها. وتتمثل مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

١. ما ملامح نشأة وتطور الأجهزة القابلة للارتداء وبخاصة في المجال الطبي؟
٢. ما مبررات استخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي؟
٣. ما مزايا التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي؟
٤. ما استخدامات التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي؟
٥. ما نماذج وتطبيقات الأجهزة القابلة للارتداء وواقع استخدامها في المجال الطبي؟

٦. ما آراء الأطباء (عينة الدراسة) في مصر حول بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء ودوافعهم نحو استخدامها؟

٧. ما الأجهزة الذكية القابلة للارتداء التي يلجأ الأطباء (عينة الدراسة) إلى استخدامها، وما سبب الاستخدام؟

٨. ما مميزات وعيوب استخدام بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء من وجهة نظر الأطباء (عينة الدراسة)؟

٩. ما المعوقات التي تحول دون إفادة الأطباء (عينة الدراسة) من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء وكيفية التغلب عليها؟

٢/١ أهداف الدراسة:

يتركز الهدف الرئيسي للدراسة في التعرف على مدى إفادة الأطباء من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في اتخاذ القرارات الطبية، والتي تتوفر لديهم من خلال الربط بين الأجهزة الذكية والأطباء والمرضى واجهزة الاستشعار عبر شبكة الإنترنت. الأمر الذي يستدعي تحقيق الأهداف الفرعية الآتية:

١. التعرف على ملامح نشأة وتطور الأجهزة القابلة للارتداء وبخاصة في المجال الطبي.

٢. الوقوف على مبررات استخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي.

٣. استعراض مزايا التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي.

٤. التعرف على استخدامات التكنولوجيا القابلة للارتداء في المجال الطبي.

٥. التعرف على نماذج وتطبيقات الأجهزة القابلة للارتداء وواقع استخدامها في المجال الطبي.

٦. الكشف عن آراء الأطباء (عينة الدراسة) في مصر حول بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء ودوافعهم نحو استخدامها.

٧. استعراض الأجهزة الذكية القابلة للارتداء التي يلجأ الأطباء (عينة الدراسة) إلى استخدامها ومعرفة سبب الاستخدام.

٨. التعرف على مميزات وعيوب استخدام بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء من وجهة نظر الأطباء (عينة الدراسة).

٩. مناقشة المعوقات التي تحول دون إفادة الأطباء (عينة الدراسة) من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء وكيفية التغلب عليها.

٣/١ أهمية الدراسة:

تأتي أهمية هذه الدراسة من أهمية موضوعها، ومن الدور الذي تلعبه التقنيات التكنولوجية المستحدثة في المجال الطبي، وفي خدمة الأطباء والمرضى على السواء، ولقد تحقق بفضل استخدام هذه التقنية ما يعرف اليوم بالصحة الذكية Smart health . يتم ربط وتراسل البيانات بين أجهزة الهواتف الذكية في أيدي المرضى والأطباء وبين الأجهزة الطبية القابلة للارتداء والتي يستخدمها المرضى مثل أجهزة قياس السكر، والضغط، وأجهزة الاكتشاف المبكر للجلطات القلبية أو الدماغية المفاجئة، والساعات الذكية، والعدسات اللاصقة، والنظارات الذكية وغيرها، والهدف النهائي من ربط هذه الأشياء ببعضها هو مراقبة حال المرضى، واتخاذ ما يلزم من توصيات طبية في وقت قصير لإسعافهم ولإنقاذ حياتهم سواء أكانوا في منازلهم أم في المستشفيات أم في أي أمكنة أخرى. وقد زاد الطلب على استخدام الحوسبة القابلة للارتداء في الآونة الأخيرة نظرا للتزايد المستمر في حالات المرضى وانتشار الأوبئة وبخاصة كوفيد – ١٩، بالإضافة إلى الزيادة المطردة لكبار السن وأمراض الشيخوخة. كما ساعد ما توفره تقنية الأجهزة القابلة للارتداء من سرعة في تداول البيانات والمعلومات وتوفير البيانات بشكل كبير في الوقت المناسب على تعزيز أنشطة إدارة المعرفة وعمليات إنتاجها وتداولها وتشاركها وصنع واتخاذ القرارات القائمة عليها.

ومما يزيد من اهمية موضوع الدراسة أنها أول دراسة عربية تتناول مدى إفادة الأطباء من هذه الأجهزة، ومدى الاعتمادية والموثوقية في بياناتها. كما أن معظم

الدراسات الأجنبية في مجال هذه التقنية ينحو نحو الاستخدام الصحي والطبي لها. ومما لا شك فيه أن الاطباء يمثلون عنصرا مهما في منظومة الرعاية الصحية إذ هم المنوط بهم في كثير من الحالات متابعة البيانات التي ترسل عن طريق هذه الاجهزة والتفاعل معها بشكل ايجابي واتخاذ القرار الطبي المناسب بما يتلاءم وتطور الحالة المرضية للمريض(Çiçek,2015 ,p.46؛ Amorim,2020,p.39).

٤/١ مجال الدراسة وحدودها :

تتمثل حدود الدراسة في الآتي:

- **الحدود الموضوعية:** تقتصر الدراسة على مناقشة مدى الإفادة من البيانات المسترجعة من الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في اتخاذ القرارات الطبية.
- **الحدود النوعية:** تقتصر الدراسة على الأشكال المختلفة للأجهزة الذكية القابلة للارتداء في المجال الطبي كالساعات الذكية، والأساور، واللاصقات، والملابس .... وغيرها.
- **الحدود المكانية:** تقتصر الدراسة على الأطباء داخل مصر.
- **الحدود الزمنية:** تمت الدراسة الميدانية خلال عام ٢٠٢٢.

٥/١ منهج الدراسة وأدوات جمع البيانات:

١/٥/١ منهج الدراسة:

نظراً لطبيعة هذه الدراسة، فقد تم الاعتماد على:

- **المنهج الميداني بأسلوبيه الوصفي والتحليلي:** حيث يعد هذا المنهج ملائمًا لطبيعة الدراسة وأهدافها. وقد استخدم في وصف البيانات التي تم الحصول عليها وتحليلها من خلال الاستبانة الموجهة للأطباء لمعرفة مدى افادتهم من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء والاعتماد عليها في متابعة المرضي داخل وخارج المستشفيات، ومدى ثقتهم في بياناتها، وما تشكله من أهمية في اتخاذ القرار الطبي المناسب.
- **المنهج الوثائقي التاريخي:** والذي استخدم لتتبع الاجهزة القابلة للارتداء بصفة عامة وفي المجال الطبي والصحي بصفة خاصة، من حيث بداياتها ومتابعة تطورها في

العصر الحديث والمعاصر منذ القرن الثالث عشر الميلادي وحتى العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين.

٢/٥/١ أدوات جمع البيانات:

تم الاستعانة بأدوات جمع البيانات التالية :

➢**أداة البحث الوثائقي:** والمتمثل في البحث في الإنتاج الفكري الحديث العربي والأجنبي المنشور عن الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الطبي والذي يتناول: مفهومها، وتطورها، واستخداماتها، وأشكالها، وكيف تعمل، ومزاياها، وبعض التحديات والصعوبات في استخدامها، وقبولها وتبنيها والإفادة منها.

➢**الاستبانة*:** بوصفها أداة رئيسة لجمع البيانات الخاصة بالتعرف على استخدام الأطباء ومدى إفادتهم من بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في اتخاذ القرارات الطبية، ومدى اعتمادهم على هذه التقنية، وثقتهم في البيانات الواردة منها. تتوزع الأسئلة في الاستبانة على خمسة محاور (يتضمن المحور الأول بيانات عامة عن مجتمع الدراسة ودرجة اعتماده على بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء بشكل عام – المحور الثاني يتضمن أربعة عشر عبارة عن دوافع الأطباء للاعتماد على بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء – المحور الثالث عن أنواع الأجهزة الذكية القابلة للارتداء التي اعتمد عليها الأطباء وسبب الاعتماد – المحور الرابع يتناول مميزات وعيوب بيانات الأجهزة لذكية القابلة للارتداء – المحور الخامس يتناول معوقات استخدام بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء ومقترحات التغلب على تلك المعوقات). وقد تم اعداد الاستبانة على نموذج Google Forms واتاحته على مجموعات خاصة

*) * تم تحكيم الاستبانة من أ.د. مها أحمد إبراهيم (أستاذ المكتبات والمعلومات بقسم علوم المعلومات – كلية الآداب – جامعة بني سويف)

و أ. د. سهير عبد الباسط عيد (أستاذ المكتبات والمعلومات بقسم علوم المعلومات – كلية الآداب – جامعة بني سويف)

بالأطباء على الفيس والواتس مثل نقابة أطباء مصر– الصفحة الرسمية، ونادي الأطباء، وأطباء مصر، والصفحات الشخصية لبعض الأطباء.

➢**صدق الدراسة:** تم عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين* من ذوي الخبرة والكفاءة للتأكد من صدقها ومدى تحقيقها لأهداف الدراسة الحالية. وقد طُلب منهم إبداء آرائهم وملاحظاتهم في فقرات أداة الدراسة حسبما يرون مناسبًا. وأخذت مقترحاتهم وملاحظاتهم بعين الاعتبار وأدخلت التعديلات المطلوبة.

➢**التحليلات الإحصائية:** للإجابة على أسئلة الدراسة تم استخدام برنامج التحليلات الإحصائية (SPSS26).

٦/١ مجتمع وعينة الدراسة: يتمثل مجتمع الدراسة من جميع أطباء مصر. وتم اختيار العينة بشكل عشوائي حيث تم عمل الاستبانة على نموذج جوجل واتاحته على صفحات الفيس والواتس الخاص بالأطباء والتي انتشرت بشكل كبير بالأخص بعد جائحة كورونا لتمكين المرضى من استشارة الطبيب من المنزل.

وبلغ عدد المردود على الاستبانة الالكترونية ١٨٥ طبيب وطبيبة تم توزيعهم وفق التخصص كما بالجدول التالي: –

جدول رقم (١): توزيع عينة الدراسة وفق التخصص

التخصص	العدد	النسبه المئويه	الرتبه
الامراض الجلدية	4	2.16	13
أمراض الدم	16	8.65	4
أمراض الصدر	17	9.19	3
أمراض القلب	21	11.35	2
أمراض النساء والتوليد	10	5.41	9
الأنف والأذن والحنجرة	7	3.78	11
التغذية	13	7.03	7
طب الاطفال	8	4.32	10
طب المخ الأعصاب	11	5.96	8
طب الأورام	8	4.32	10
طب الباطنة وامراض الجهاز الهضمى	22	11.89	1
طب الجراحة	14	7.57	6
الطب العام	15	8.11	5
طب العظام والمفاصل والغضاريف	5	2.70	12
طب العيون	7	3.78	11
المسالك البولية والتناسلية	7	3.78	11
الاجمالى	١٨٥	١٠٠	

٧/١ الدراسات السابقة :

توجد العديد من الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع الدراسة الحالية، والتي تناولت الأوجه المختلفة لاستخدام الأجهزة القابلة للارتداء وانترنت الأشياء في المجال الطبي بوجه عام، وتم ترتيبها طبقا للأحدث فالأقدم، ويمكن استعراض أهمها فيما يلي: –

١/٧/١ الدراسات العربية:

– **هدفت دراسة (بوالفول،٢٠٢١)** إلى بيان الدور الذي يمكن أن تؤديه إنترنت الأشياء (IOT) في المجال الصحي مع الإشارة إلى تجارب بعض الدول الغربية لاستخدام هذه التقنية في المجال الطبي. تناولت الدراسة مفهوم إنترنت الأشياء، ومكوناتها وهندستها، والتهديدات الأمنية والحماية لإنترنت الأشياء إضافة إلى تطبيقات إنترنت الأشياء في المجال الصحي، وهندسة معمارية IOT في الرعاية الصحية على وجه الخصوص، واختتمت الدراسة بنماذج من توجهات بعض دول العالم لتطبيقات

إنترنت الأشياء في المجال الطبي شملت: اليابان، والولايات المتحدة الأمريكية، وفرنسا، والسويد، وألمانيا، وروسيا، والهند. وأكدت الدراسة على الأهمية البالغة لاستخدام هذه التقنية في المجال الطبي، وفي مراقبة المرضى وتتبعهم عن بعد، وتوفير رعاية طبية أفضل والوصول بالرعاية الصحية إلى كفاءة تشغيلية أكثر، وتقليل نفقاتها، وتحسين إدارة الموارد البشرية، والاكتشاف المبكر للمشكلات الطبية، وإخطار الطوارئ وإعادة التأهيل.

- **جاءت دراسة (مقناني،٢٠٢١)** عن استخدام تقنية انترنت الأشياء في القطاع الصحي ودورها في تنمية المعرفة الصحية من منطلق الأهمية التي يحظى بها هذا القطاع ودوره في حياة الإنسان. وتحاول الدراسة من خلال الاطلاع على الأدبيات والمنشورات، وتجارب بعض الدول المتقدمة، معالجة هذا الموضوع من خلال الإجابة على بعض التساؤلات أهمها: ما مجالات استخدام تقنية إنترنت الأشياء في القطاع الصحي، وما أهمية هذا الاستخدام؟ وهل لاستخدام تقنية إنترنت الأشياء دور في تنمية المعرفة الصحية؟ كما تناولت الدراسة المجالات الأخرى التي استقادت من هذه التقنية كمجال: المكتبات، والرياضة، والتجارة، وانظمة الأمان والمراقبة، وبينت كيف يمكن الافادة من هذه التقنية في المستشفيات والمختبرات والصيدليات. وأكدت الدراسة أن هذه التقنية تحمل آمالا لخدمة هذا المجال، والارتقاء بصحة المرضى، يتصدرها تسهيل حياة الناس وجودتها، ومن أهم ما أوصت به الدراسة ضرورة العمل على إدماج هذه التقنية بكل صورها والانتفاع بها في المجال الصحي وتطويعها للحصول على خدمات معلوماتية صحية بشكل صحيح، مع ضرورة التطوير لأنظمة الحماية الإلكترونية لتلك التقنية لكي يتحقق استخدامها بشكل آمن.

- **هدفت دراسة (بني عرابة وسعيد بن سلطان ،٢٠١٩)** إلى استكشاف استخدامات تطبيقات تقنية إنترنت الأشياء في القطاع الطبي، ودورها في الارتقاء

بمستوى خدمات الرعاية الطبية في المؤسسات الصحية، وإثراء الأساليب التقليدية في مختلف المجالات الصحية، وتحسين جودة الخدمات الصحية المقدمة. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، من خلال تحليل الأدبيات المنشورة في هذا المجال، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن: تطبيق إنترنت الأشياء في المؤسسات الصحية قد ساعد في الحصول على التشخيصات الصحيحة، والدقيقة للمرضى، مما انعكس بدوره على جودة الخدمة المقدمة للمريض، كما سيؤدي إلى خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية، وكذلك فإن تطبيقه في المؤسسات الصحية سيساعد في تقديم بيانات طبية صحيحة للأمراض المختلفة التي يعاني منها المرضى، وبالتالي يمكن توظيفها في إعداد الأبحاث العلمية للحصول على نتائج أكثر دقة.

- **تسلط دراسة (حسين، ٢٠١٩)** الضوء على الدور الذي يمكن للتكنولوجيا القابلة للارتداء أن تلعبه في رعاية كبار السن، وتسهيل حياتهم وأنشطتهم اليومية، ومساعدتهم المستمرة في الاعتماد على أنفسهم، ودعم استقلاليتهم. حيث يمكن استخدام أجهزة الاستشعار، والتتبع لرصد وظائفهم الحيوية، ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد، وإرسال الاستغاثات في حالات الخطر. وقد أوضحت الدراسة أنه مع تقدم العمر، وضعف الوظائف الحيوية للإنسان، وقدرته البدنية والذهنية بشكل عام، فإنه يواجه صعوبة في استخدام التكنولوجيا المتقدمة، والتفاعل معها ولذلك فإن كبار السن يحتاجون إلى أجهزة، وتطبيقات ذات طبيعة خاصة، تتناسب وقدراتهم الجسدية والذهنية. أضف إلى ذلك أن العديد من تلك الأجهزة يغلب عليها الطابع الآلي والطبي مما قد يسبب لهم الحرج، والشعور بالعجز، وعدم قدرتهم على الاعتناء بأنفسهم، الأمر الذي قد يدفعهم إلى العزوف عن استخدامها. هذا وقد بينت الدراسة أوجه الاستفادة من تلك الأجهزة في خدمة كبار السن والاعتناء بهم، من خلال تزويدهم بالمعلومات والمؤشرات الحيوية المهمة بصفة دورية، وأكدت على وجوب الاهتمام بتصميم هذه الأجهزة وإظهارها بمظهر جمالي في هيئة حلى أو مكملات أو إكسسوارات، لرفع الحرج عن من يرتديها، وعدم ظهوره بمظهر المريض الذي يحتاج للرعاية.

- **ركزت دراسة (على،٢٠١٨)** على تطوير تطبيق باستخدام تقنية انترنت الأشياء Internet Of Things (IOT) في مجال خدمات الرعاية الصحية. هدف الباحث من خلال أطروحته إلى تقديم خدمة الرعاية الصحية في شكل مبتكر ومتطور من أجل مواكبة التقنيات الحديثة؛ وذلك من خلال تصميم نموذج مبدئي متوافق مع تقنية إنترنت الأشياء يمكن ارتداؤه على أحد أعضاء الجسم، لقياس المؤشرات الحيوية للشخص الذي يرتديه. وتم مراعاة المعايير الضرورية لتحقيق الاستخدام الأمثل لهذه التقنية، من حيث قراءة البيانات، والتي يتم تجميعها بصورة تلقائية، من خلال مستشعر للمؤشرات الحيوية الخاصة بالشخص الذي يرتديه، بحيث يتم تبادل البيانات المقروءة في بيئة آمنه، من خلال تعريف الرقم الفيزيائي (Mac Address) الخاص بهذا الجهاز مما يساعد في تأمين المدخلات، وعدم تزييفها من خلال طرف ثالث. وتم استخدام لوح التطوير "اردوينو" المفتوح المصدر لتوفير إمكانية إضافة الملحقات وبرمجتها لتحقيق الأغراض المنشودة. وتم الحصول على تقارير متنوعة ومفصلة في شكل رسوم بيانية للبيانات المستخرجة من لوح التطوير بصورة دقيقة وآنية. هذا وقد أكدت الدراسة أن معظم الدول العربية تعاني من عدم الاستفادة المثلى من الإمكانات المادية، والتقنية المتوفرة لتقديم رعاية صحية متكاملة، تتميز بالذكاء الاصطناعي، وسرعة الاستجابة في الوقت الحقيقي .

٢/٧/١ الدراسات الأجنبية:

هناك العديد من الدراسات الأجنبية التي تناولت الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الطبي، والتي يمكن تناولها فيما يلي:

- **هدفت دراسة (Ismael,2023)** إلى الوقوف على معدل التطور السريع لتبني الأجهزة القابلة للارتداء واستخدامها في الرعاية الصحية، إذ يتوقع الخبراء أن يستمر سوق الأجهزة القابلة للارتداء في التوسع ليصل إلى ١٢٠ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٦. هذا وقد أوضحت الدراسة أن هناك ثلاثة أسباب رئيسة أثرت على هذا التوسع: أولها انتشار وباء كوفيد ١٩، وثانيها انتشار الأمراض المزمنة، وثالثها تزايد عدد المسنين حول العالم، إضافة إلى التركيز على الرعاية ذات الطابع الشخصي

للمرضى. وكان لجائحة فيروس كورونا الجديد (COVID-19) الأثر الأكبر في هذا الانتشار السريع للأجهزة القابلة للارتداء حيث كان لزاما على الأنظمة الصحية ومقدمي الخدمات التحرك على وجه السرعة اللازمة للحد من الزيارات الإسعافية الشخصية، لتقليل مخاطر العدوى، وتوسيع نطاق رعاية مرضى(COVID-19) ومراقبتهم. وأكدت الدراسة أن الأهداف الأساسية لهذه الأجهزة تكمن في مراقبة الصحة والسلامة، وإدارة الأمراض المزمنة وتشخيصها وعلاجها وإعادة التأهيل. كما أشارت الدراسة إلى أنه بالرغم من المزايا المتعددة لهذه الاجهزة واستخدامها في التطبيب عن بعد، إلا أن هناك الكثير من المعوقات والتحديات التي تمثل عقبة في سبيل تحقيق الإفادة القصوى منها والتي تتلخص في الموثوقية، والقبول، والخصوصية، وغياب معايير الصناعة. وقد استخدمت الدراسة اسلوب التحليل المشهورSWOT لاستكشاف نقاط القوة والضعف في صناعة الأجهزة الطبية القابلة للارتداء ومعرفة الفرص والتهديدات الخاصة بنمو الأجهزة القابلة للارتداء في مجال الخدمات الصحية عن بُعد.

– **هدفت دراسة(Zhou,2022)** إلى معرفة تصورات الأطباء الصينين حول الأجهزة القابلة للارتداء وأدوات التشخيص واستكشاف العوامل التي تؤثر عليها. وتم إجراء هذه الدراسة في "هانغتشو" بالصين وجمع البيانات من خلال المقابلات شبه المنتظمة وجهاً لوجه. كما تم إجراء مسح مقطعي في أربعة مستشفيات للطب الصيني في "هانغتشو" ووزعت مئة استبانة في كل مستشفى، وحصلت الدراسة على ٣٨٥ من الردود الصحيحة وأُستخدم الإحصاء الوصفي ونماذج الانحدار اللوجستي الثنائي لتحليل البيانات المجمعة. وشملت الدراسة على عدة جوانب، الجانب الأول: سهولة استخدام هذه الاجهزة وإمكانية التنقل بها وسهولة حملها وتشغيلها، والجانب الثاني: الموثوقية، ودقة البيانات في التشخيص، والجانب الثالث: الملائمة للفئة العمرية ولنوع المرض، والجانب الرابع: الاستخدام في الحياة اليومية وفي المؤسسات التعليمية والطبية. وأكدت الدراسة قبول استخدام الأجهزة القابلة للارتداء كأدوات للتشخيص بشكل مبدئي من قبل الأطباء الصينين. كما أظهرت النتائج أنه يمكن استخدام الأجهزة

القابلة للارتداء للمراقبة المستمرة لمعدل ضربات القلب للمرضى الذين خرجوا من المستشفى، حيث بلغت نسبة خصوصية البيانات حوالي ٩٨٪. وأوصت الدراسة بضرورة التوسع والاهتمام بتنمية المعرفة لدى الأطباء الصينين وزيادة مهاراتهم وتدريبهم على استخدام التقنيات الحديثة في مجال الصحة الرقمية.

– **ناقشت دراسة (Loucks, et al., 2022)** فائدة الأجهزة القابلة للارتداء والساعات الذكية على وجه الخصوص في مجال الرعاية الصحية، ومدى الإقبال المستمر على شرائها واستخدامها خاصة بعد ظهور COVID-19 موضحا ذلك بالأرقام والإحصاءات وبالرسوم البيانية. وأوضح الباحثون أن الأغراض الطبية التي تستخدم فيها هذه النوعية من الاجهزة متعددة، مثل مراقبة ضربات القلب، وضغط الدم، وفقدان الوزن، واللياقة البدنية، وقياس نسبة الأكسجين في الدم. واستعرضت الدراسة التطورات التقنية لهذه الأجهزة في مجال صحة الإنسان فالساعات الذكية الآن تتميز بأجهزة استشعار بصرية تقيس باستمرار الاختلافات في حجم الدم وتكوينه باستخدام تقنية تسمى التصوير الضوئي (PPG) وأجهزة قياس الطيف الضوئي والأشعة تحت الحمراء. وناقشت الدراسة أيضا بعض أوجه القصور والتحديات التي تعوق دون الاستخدام الفعال والكفء لهذه النوعية من الاجهزة في المجال الطبي، وأحد هذه المعوقات أن بعض الأطباء يشعرون بنوع من عدم الثقة في البيانات الواردة من هذه الاجهزة، كما أن بيانات هذه الاجهزة قد تكون غير دقيقة في حال تم ارتداؤها بطريقة غير صحيحة، وقد يقع بعض المرضى الذين يستخدمون هذه الاجهزة بكثرة وبشكل دائم فريسة للتوتر العصبي والنفسي. كما أن هناك أيضا مخاوف تتعلق بخصوصية البيانات الصادرة عن هذه الاجهزة ومشاركتها، إضافة إلى أن جميع الأجهزة المتصلة بجسم الإنسان هي في حقيقتها أجهزة تكنولوجية قد تكون معرضة كمثيلاتها لاختراقها ولخطر تهديدات الأمن السيبراني. وأكدت الدراسة أن مثل هذه التحديات يمكن للتطور التقني المتلاحق التغلب عليها مستقبلا لتكون أكثر دقة وحماية وذكًاء. وخُلص البحث إلى أن الساعات الذكية والأجهزة الطبية القابلة للارتداء تساعد الناس على مراقبة

صحتهم طوال الوقت وأن تأثيرها يمكن أن يزيد إذا وثق الأطباء في فائدتهم وشعر الناس أن بياناتهم آمنة.

– **قدمت دراسة (Al-rawashdeh, et al.,2022)** مراجعة منهجية حول رؤية اعتماد إنترنت الأشياء وتطبيق الرعاية الصحية الذكية. وهدفت إلى استكشاف العوامل التي تؤثر على المهنيين الطبيين، لتبني تطبيقات إنترنت الأشياء في قطاع الرعاية الصحية. حيث قامت الدراسة بمراجعة البيانات والمعلومات ذات الصلة وتجميعها، وتحليلها، وتوليفها بشكل منهجي في الفترة من ٢٠١٥ إلى ٢٠٢١ في تسع قواعد بيانات علمية رئيسة Google Scholar و Science Direct و Emerald و Wileyو PubMed و Springer و MDPI و IEEE و Scopus وتم اختيار ٢٢ مقالة وفقًا لمعايير التضمين. وقد أظهرت النتائج أن نظريات TAM و TPB و TRAوUTAUT هي نظريات التبني الأكثر استخدامًا في هذه الدراسات. كما أن عوامل التبني الرئيسة المتصورة لتطبيقات إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية على المستوى الفردي هي: التأثير الاجتماعي، والموقف، وعدم الانتباه الشخصي. وأن عوامل اعتماد إنترنت الأشياء على مستوى التكنولوجيا هي الفائدة المتصورة، وسهولة الاستخدام المتصورة، وتوقع الأداء، وتوقعات الجهد. وأن العامل الرئيسي على مستوى الأمان هو إدراك مخاطر الخصوصية، وعلى المستوى الصحي، هي الشدة المتصورة والمخاطر الصحية المتصورة، على التوالي. علاوة على ذلك تعتبر التكلفة المالية وشروط التسهيل من العوامل الرئيسة على المستوى البيئي. شملت الدراسة الأطباء والمرضى والعاملون في المجال الصحي، أما عن أنواع تطبيقات إنترنت الأشياء المعتمدة في الدراسة فقد تنوعت بين أجهزة يمكن ارتداؤها، وأجهزة مراقبة، وأجهزة إعادة التأهيل، وأجهزة الرعاية الصحية عن بعد، وتعديل السلوك، والمدينة الذكية، والمنزل الذكي. وبينت الدراسة العوامل الأساسية التي تمكن من فهم العوائق والإمكانيات لتطبيقات إنترنت الأشياء لمقدمي الرعاية الصحية. كما تم تقييم التأثير المتوقع لـ COVID-19على تبني إنترنت الأشياء في مجال الرعاية الصحية. وأكدت الدراسة أنه لا يزال اعتماد إنترنت الأشياء يقتصر على عدد قليل من مجالات التطبيق في

المجال الصحي، وأنه لا يزال الحصول على الفوائد الكاملة للتكنولوجيا الجديدة مع تحقيق انتقال اجتماعي بيولوجي مستدام يمثل تحديًا للحكومات وصُناع الرعاية الصحية.

- **هدفت الدراسة الاستقصائية لكل من (Trauth & Browning, 2022)** إلى استعراض جوانب تطبيق التقنيات القابلة للارتداء في المجال الصحي، وذلك استنادًا إلى دراسة استقصائية عبر الإنترنت شملت ٨١ مريضًا يستخدمون تقنيات يمكن ارتداؤها لتتبع صحتهم وإداراتها، بالإضافة إلى مقابلات مع ثلاثة مرضى يستخدمون الأجهزة القابلة للارتداء للإفادة منها في تتبع حالتهم الصحية. ويركز الغرض الأساسي لهذه الدراسة في معرفة فوائد استخدام المرضى للتقنيات القابلة للارتداء حفاظا على صحتهم أو لمنع المشكلات الصحية التي قد تحدث لهم، وما القيمة التي يجدها المستخدمون في هذه التقنيات القابلة للارتداء، إضافة إلى كيف يؤثر هذا الاستخدام على التواصل بين المهنيين الطبيين والمرضى. وكشفت الدراسة عن أثر استخدام هذه التقنيات في تغيير "العلاقة الخطابية" بين المرضى والمهنيين الطبيين. وأكدت الدراسة على الدور الذي تلعبه هذه التقنيات في تتبع السلوكيات التي تؤثر على صحتنا الجسدية، والعقلية، والإنتاجية، وتحليلها وتعديلها بشكل لم يسبق له مثيل، وكيف أثرت تطبيقات الصحة المحمولة وأجهزة تتبع الصحة واللياقة البدنية والطب عن بُعد على المستخدمين لها، وعلى الأطباء أيضا في كيفية اتخاذ القرارات الصحية وتوقيتها .

- **هدفت الدراسة التي قام بها (Nahavandi, et al. , 2022)** إلى معرفة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الأجهزة القابلة للارتداء وبخاصة في ثلاث مجالات هي: التطبيقات الطبية وتطبيقات اللياقة البدنية، والتطبيقات الصناعية، والتطبيقات الخاصة بالرياضات والترفيه. وفي مجال الرعاية الصحية والطبية بينت جوانب استخدامها مثل: معالجة اضطرابات الحركة، والصحة النفسية والعقلية، ومرض التوحد، والرعاية المركزة. وقدمت الدراسة نماذج وأمثلة للأجهزة والأشياء القابلة للارتداء وتطبيقاتها في الواقع مثل: النظارات الذكية، والساعات الذكية، والأدوات

والإكسسوارات، والملابس، وسماعات الرأس، والمجوهرات، والخواتم، والأساور، والوشم الذكي، والمستشعرات تحت الجلد، والشاشات المثبتة على الرأس، والمنسوجات الإلكترونية، والأحذية التي يمكن أن يرتديها الإنسان، والكاميرات على الجسم، والأقنعة. وتطرقت الدراسة كذلك لكيفية عمل هذه الأجهزة والعوامل التي تؤثر في تصميمها وتصنيعها، والتحديات والمشكلات التقنية وغير التقنية التي قد تحد من الإفادة منها. إضافة إلى مناقشة قضايا الأمن والخصوصية ونقل البيانات وتجميعها. هذا وراجعت الدراسة ١٣٢ ورقة بحثية تخص الانتاج الفكري المنشور عن هذه التقنيات ومجالات استخدامها في الصحة والصناعة والرياضة ضمن دوريات رفيعة المستوى. وأكدت الدراسة أهمية استخدام هذه التقنيات في المجال الطبي والصحي كونه مرتبط بشكل مباشر بحياة الناس. كما تتعدد الفوائد والمزايا لتطبيقاتها في هذا المجال الحيوي ما بين تشخيص الأمراض، ومراقبة المرضى، ورعايتهم في الوقت الفعلي، إضافة إلى تقديم خدمات رعاية صحية فعالة من حيث التكلفة والسرعة والوقت في آن واحد.

- **هدفت دراسة (Tyagi,2021)** إلى بيان مزايا استخدام إنترنت الأشياء (IoT)وتحدياتها في مجال الرعاية الصحية. وتأتي أهمية هذه الدراسة كما يراها Tyagiمن الطلب المتزايد على المرافق البعيدة، واستخدام أساليب جديدة وأنظمة رعاية صحية متصلة بالإنترنت بالكامل. وتناولت الدراسة بعضا من تطبيقات هذه التقنية (IoT) في المجال الطبي بما في ذلك المراقبة عن بُعد، والرعاية الصحية الشخصية، وأجهزة الاستشعار الذكية، وصناعة الأدوية، وتأمين الرعاية الصحية، والحبوب الذكية وغيرها، اضافة إلى التحديات والمشكلات المحتمل حدوثها مع استخدام هذه التقنية. وأكدت الدراسة أن استخدام هذه التقنية أثبتت فاعليتها في مجال الرعاية الطبية ومتابعة المرضى، والتفاعل المتبادل بين الأطباء ومرضاهم، كما أن هذه التقنية سهلت للأجهزة الطبية الحصول على كميات كبيرة من البيانات، وإعطاء نظرة ثاقبة على الأعراض والاتجاهات حول الأمراض، وتسهيل الرعاية عن بُعد وإعطاء المرضى مزيدًا من القدرة على متابعة شكواهم الطبية.

- **هدفت الدراسة التي قام بها (Al-Maroof, et al., 2021)** إلى قياس مدى قبول المستخدم للساعة الذكية للأغراض الطبية. وهي عبارة عن دراسة تجريبية سعت للتحقق من المتغيرات الأكثر فعالية وإثارة للاهتمام التي تحث على استخدام الساعة الذكية (SW) في بيئة طبية، ولتحقيق هذا الهدف تم تأطير الدراسة باستخدام نموذج بحث مبتكر ومتكامل يعتمد على الجمع بين التركيبات من نموذج TAM وبين الميزات الأخرى التي تعتبر حاسمة لفعالية SW والتي تتمثل في ثراء المحتوى والابتكار الشخصي. تعتمد الدراسة على استبانة إلكترونية مكونة من (٢٠) فقرة وزعت على مجموعة من الأطباء والممرضات والموظفين الإداريين في خمسة مستشفيات وسبعة مراكز رعاية صحية أولية في دولة الإمارات العربية المتحدة، وبلغ عدد المبحوثين (٣٢٥)، وتم تحليل البيانات المجمعة لاختبار نموذج الدراسة والتركيبات والفرضيات المقترحة بالاعتماد على برنامجSmart PLS . وقد أظهرت النتائج أن إدراك سهولة الاستخدام والفائدة المتصورة تؤثر بشكل كبير على تبني وقبول الساعات الذكية في المجال الطبي. واتفقت هذه الدراسة مع الدراسات السابقة في ذات الموضوع من حيث أنها خلصت إلى أن الأطباء والممرضات والمرضى على استعداد لاستخدام التكنولوجيا بشرط سهولة استخدامها. وأضافت الدراسة أن ثراء المحتوى (الميزات الذاتية لـ SW للساعة الذكية) والابتكار الشخصي (العامل النفسي للمستخدمين أنفسهم) يؤثران بشكل إيجابي على قبول الاستخدام لهذه التقنية. كما أكدت أن درجة التوافق بين احتياجات الفرد وبين التكنولوجيا القابلة للارتداء سوف تؤثر مستقبلا في تحقيق الهدف بعيد المدى وراء استخدامها وانتشارها. وأوصت الدراسة بضرورة أن تتوافق التكنولوجيا القابلة للارتداء مع الاحتياجات والمتطلبات العامة للبيئة الطبية وبما يخدم الأطباء والمستخدمين على حد سواء، وعلى تطوير التكنولوجيا القابلة للارتداء من خلال إضافة ميزات جديدة أو ترقية الميزات الحالية التي يمكن حتى تكون ذات فائدة كبيرة للممارسين والأطباء والمرضى .

- **استعرضت دراسة (Sheikh, et al., 2021)** أنواع الأجهزة القابلة للارتداء المستخدمة والمتاحة حاليًا في مجال الرعاية الصحية، والوقوف على فعاليتها

في مراقبة الأمراض والتطبيقات المختلفة لأغراض التشخيص والعلاج. بالإضافة إلى عرض التحديات والقيود الحالية لهذه الأجهزة في مجال الرعاية الصحية والتي تحول دون الإفادة القصوى منها. وأوضحت الدراسة أن تطبيقات الأجهزة القابلة للارتداء قد وجدت في مجال الرعاية الصحية بدءًا من الأمراض الفسيولوجية مثل أمراض القلب والأوعية الدموية، وارتفاع ضغط الدم واضطرابات العضلات والاضطرابات العصبية الإدراكية مثل مرض باركنسون ومرض الزهايمر وغيرها. وأكدت الدراسة على الدور الحيوي للأجهزة القابلة للارتداء في المراقبة المستمرة لصحة الإنسان في الوقت الحقيقي، خاصة المرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة، بما في ذلك أمراض القلب والأوعية الدموية والسكري والاضطرابات العصبية. ويزداد هذا الدور الحيوي لهذه الأجهزة في مراقبة ذوي الأمراض المزمنة فيما كشفت عنه الاحصاءات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO) أن (٧٥٪) من حالات الوفاة يرجع السبب فيها للأمراض المزمنة.

- **هدفت الدراسة التي قام بها (Mehta, et al., 2020)** إلى معرفة مدى تبني وقبول وتصور أطباء القلب لبيانات أجهزة تتبع اللياقة البدنية، ودور الجهاز القابل للارتداء للتنبؤ واتخاذ القرارات السريرية لمرض قصور القلب. وذلك من خلال دراسة استطلاعية ميدانية، أجريت الدراسة على ٢٣ مريض من مرضى قصور القلب بلغ متوسط أعمارهم ٦٩ عام، وتم تجميع بيانات عن حالاتهم الصحية على مدار الساعة خلال أسبوعين كاملين باستخدام سوار ذكي تم ارتداؤه على معصم يد هؤلاء المرضى، وتقديمها مطبوعة لست أطباء متابعون لهؤلاء المرضى لمعرفة ما إذا كانت هذه البيانات ستغير انطباعاتهم عن هذه الحالات، ومدى توافقها مع البيانات المجمعة من جانب هؤلاء الأطباء. وقد جاءت إجابات الأطباء على الاستفسار الخاص بقياس مدى الإفادة من هذه الأجهزة (مفيدة جدا، وغير مفيدة، ومفيدة إلى حد ما)، حيث أفاد اثنان أن البيانات الإجمالية من الجهاز القابل للارتداء ستكون مفيدة إلى حد ما، بينما أفاد الأربعة الأخرون أنها ستكون مفيدة للغاية. وأوصت الدراسة بمزيد من الدراسات

المفصلة عن استخدام الأجهزة القابلة للارتداء ومدى إفادة أطباء القلب منها، وتقبلهم لبياناتها في متابعة مرضى قصور وظائف القلب وعلاجهم .

– **تناولت الدراسة التي قام بها (Lu L, et al.,2020)** مراجعة للإنتاج الفكري للأجهزة الصحية القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية. وركزت الدراسة مناقشتها لاتجاهات المستخدمين لهذه الأجهزة في الممارسة السريرية، حيث أُجرى بحث ببليوجرافي حصري للأبحاث المنشورة باللغة الإنجليزية فقط في مجال الاستخدام السريري للأجهزة القابلة للارتداء في قواعد البيانات الإلكترونية التالية PubMed و EMBASE و Scopus ، وذلك في الفترة من أكتوبر ٢٠١٥ وحتى نهاية عام ٢٠١٩. وتمت مقارنة الأوراق البحثية ذات الصلة بالموضوع لتحديد مدى ملاءمتها ومراجعتها بشكل مستقل والتي بلغت مجموعها ٨٢ ورقة ذات صلة من أصل ٩٦٠ ورقة بحثية حول موضوع الأجهزة القابلة للارتداء في أماكن الرعاية الصحية السريرية. وأوضحت المراجعة أن الأجهزة الطبية القابلة للارتداء التي تم تطويرها حتى الآن مصممة للاستخدام على جميع أجزاء جسم الإنسان، بما في ذلك الرأس والأطراف والجذع، وصُنفت هذه الأجهزة إلى ٤ مجالات تطبيق: (١) مراقبة الصحة والسلامة، (٢) إدارة الأمراض المزمنة، (٣) تشخيص الأمراض وعلاجها، (٤) إعادة التأهيل. وأكدت الدراسة أن الأجهزة الطبية القابلة للارتداء تعد واحدة من أكثر المجالات الواعدة فهذه الاجهزة الذكية لا تساعد فقط الأشخاص في اتباع نمط حياة أكثر صحة، بل توفر أيضًا تدفقًا مستمرًا لبيانات الرعاية الصحية لتشخيص الأمراض وعلاجها من خلال التسجيل النشط للمعايير الفسيولوجية، وتتبع حالة التمثيل الغذائي، لذلك فإن الأجهزة الطبية القابلة للارتداء لديها القدرة على أن تصبح الدعامة الأساسية للسوق الطبي المتنقل في المستقبل، ومع ذلك، تواجه صناعة هذه الأجهزة حاليًا العديد من القيود المهمة التي تُحد من استخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء في الممارسة الطبية، مثل الصعوبات في تحقيق حلول لمشكلات الاستخدام، ومخاوف تتعلق بالأمان والخصوصية، ونقص معايير الصناعة، ومختلف التحديات التقنية الأخرى. وقد أوصت الدراسة بالعديد من التوصيات منها ضرورة تعزيز الرقابة على صناعة الأجهزة

القابلة للارتداء، وصياغة قواعد أمنية محددة لحماية خصوصية وأمن البيانات الشخصية، وتوضيح المسؤوليات والحقوق الطبية ذات الصلة بين الأطباء والمرضى.

- **كشفت دراسة (Kelly, et al.,2020)** عن المشكلات المحتملة التي تولدها الرعاية الصحية القائمة على إنترنت الأشياء، والعوائق التي تحول دون اعتمادها من جانب المتخصصين في الرعاية الصحية والمرضى على حدٍ سواء، إضافة إلى قضايا الثقة والمقبولية، والخصوصية والأمن، وقابلية التشغيل البيني والتوحيد، والحفاظ على البيانات، والملكية. ومن تساؤلات الدراسة كيف يمكن لتقنيات إنترنت الأشياء الراسخة أو الناشئة أن تدعم الأنظمة الصحية لتقديم رعاية آمنة وفعالة بطريقة تكميلية أو بديلة في أوقات الأزمات أو الوباء الصحي، وكيف يمكن لإنترنت الأشياء تحسين إمكانية الوصول إلى خدمات الصحة العامة الوقائية وتحويل الرعاية الصحية الثانوية الحالية لتصبح نظامًا أكثر استباقية واستمرارية وتنسيقًا، وتحديد كيفية تأثير تقنية إنترنت الأشياء على الرعاية الصحية العالمية. وأكدت الدراسة أنه توجد العديد من العوامل لتمكين استخدام إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية الحالية منها: دعم السياسات، والأمن السيبراني، والتخطيط الاستراتيجي الدقيق، والسياسات الشفافة داخل مؤسسات الرعاية الصحية، كما أكدت على الفوائد الجمة لتطبيقات انترنت الأشياء في الرعاية الصحية وتعزيز استخدامها للتنبؤ بشكل استباقي بالمشكلات الصحية وتشخيص المرضى وعلاجهم ومراقبتهم داخل المستشفى وخارجها.

- **سعت دراسة (Benseghier, et al.,2017)** إلى تصميم وتطوير نظام مراقبة عن بعد قادر على مسح الرعاية الصحية المختلفة لفئات من الأشخاص اعتمادا على إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية في عمليات: التخزين، والمعالجة، والتواصل، والتحليل ...الخ، من أجل ضبط الحالة الصحية للمرضى خاصة عندما يواجهون خطورة في تدهور حالاتهم الصحية. تناولت الدراسة مفهوم إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية، واعتبرتها أحد التكنولوجيات الجديدة التي توفر العديد من المزايا في مختلف المجالات وبخاصة مجال الرعاية الصحية، ومجال الزراعة، ومجال المدن الذكية. وقام

الباحثون بتوظيف إنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية في مجال الرعاية الصحية من خلال نظامهم المقترح حيث تم رصد الأعراض المرضية المختلفة عن بعد لتقليل مخاطرها وأضرارها على الكائنات الحية، وأكد الباحثون أن مشروعهم هو نقطة انطلاق في مجال واسع جدا وغني، ولا تزال الحاجة باقية إلى مزيد من التطوير والاختبار للوصول إلى مستوى أفضل وأكثر دقة.

- **تناولت دراسة (Bostancı, 2015)** تطبيقات التقنيات الطبية القابلة للارتداء ومشكلات تطبيقها في المجال الصحي مع تقديم حلول لهذه المشكلات والتهديدات المحتملة، وركزت هذه الدراسة على التقنيات القابلة للارتداء والتي يتم توظيفها بشكل متزايد في المجال الطبي بدءا من الساعات الذكية إلى النظارات الذكية، ومن المنسوجات الإلكترونية إلى قفازات البيانات، ومجالات تطبيقها من وجهة نظر فنية وأخلاقية. وأكدت الدراسة أن العديد من هذه الأجهزة تلعب أدوارًا مهمة في تشخيص وعلاج الحالات الطبية المختلفة. إلا أن التحديات والتهديدات التي تشكلها هذه التقنيات هي مسألة أخرى مثيرة للقلق يجب أن تؤخذ في الحسبان، وتتراوح هذه التهديدات من خصوصية البيانات إلى مشاكل البيانات الضخمة كآثار سلبية لهذه التقنيات.

- **كشفت دراسة كل من (Nasir & Yurder, 2015)** عن تصورات المستخدمين وكذلك الأطباء حول التقنيات الصحية القابلة للارتداء ذات التقنية العالية، وعن الدوافع التي تؤثر على قرار الفرد للاعتماد على هذه التقنيات الصحية عالية التقنية، وذلك اعتمادا على نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) الذي اقترحه ديفيس (١٩٨٩) الذي يعد من أكثر النظريات شيوعًا في سياق تبني التكنولوجيا ومعرفة سبب قبول المستخدمين أو رفضهم لتكنولوجيا جديدة. وتعد سهولة الاستخدام المتصورة والفائدة المتصورة العاملان الأكثر أهمية في شرح التكنولوجيا قبول وفقًا لـTAM، حيث يحدد هذان المتغيران النية الكامنة للفرد لاستخدام التكنولوجيا، والموقف من استخدامه والاستخدام الفعلي، ويمكن قياس الفائدة المتصورة بأربعة عناصر، وهي: الإنتاجية، والفعالية، والأداء، والفائدة الإجمالية للتكنولوجيا الجديدة، بينما يتم قياس سهولة

الاستخدام المتصورة من خلال ستة عناصر، وهي: سهولة التعلم، وإمكانية التحكم، والوضوح، والمرونة، والسهولة لتصبح ماهرًا، والسهولة بشكل عام في استخدام التكنولوجيا الجديدة. كما أشارت الدراسة أن هناك عوامل أخرى تؤثر على استخدام وقبول هذه التقنيات فيما يعرف بنظرية المخاطر المتصورة لفهم سلوك المستخدمين وهي تتعلق بالخسائر المحتملة عند السعي لتحقيق النتيجة المرجوة، وتتمثل إجمالا في مخاطر الأداء، والوقت، والمخاطر المالية، والمخاطر النفسية والاجتماعية، ومخاطر الخصوصية والأمان، إضافة إلى نظرية التوافق والتي تعني الدرجة التي يُنظر فيها إلى الابتكار على أنه متوافق مع القيم الحالية والتجارب السابقة واحتياجات المستخدمين المحتملة. هذا وقد أجريت هذه الدراسة على نوعين من الأشياء القابلة للارتداء هما: منتجات حمالة الصدر والقمصان الذكية، وأكدت أن التقنيات القابلة للارتداء بالإضافة إلى التطبيقات الصحية المحمولة لها أهميتها في التعامل مع المشكلات الصحية وأنها تسمح للأطباء بتحديد عوامل الخطر بالتشخيص والتدخل المبكر والعلاج الوقائي للمرضى، إضافة إلى أنها تمكن المرضى من متابعة حالتهم الصحية والحفاظ عليها من التدهور المفاجئ. ويرى القائمين على هذه الدراسة أنها ستمنح الممارسين فهمًا متزايدًا لتصورات المستخدمين والأطباء للمخاطر، والتي يمكن استخدامها بعد ذلك لتنفيذ استراتيجيات الحد من المخاطر وآليات بناء الثقة لتشجيع تبني التكنولوجيا الصحية القابلة للارتداء.

٨/١ التعقيب على الدراسات السابقة

من خلال استعراض الدراسات العربية السابقة نجدها ركزت على معالجة تقنية إنترنت الأشياء بشكل عام واستخدامها في المجال الصحي والطبي، ولم تتطرق إلى الاهتمام بتقنية الأجهزة القابلة للارتداء كأحد تطبيقات إنترنت الأشياء ومدى إفادة الأطباء منها، وهذا مما يزيد من أهمية الدراسة الحالية. أما بالنسبة للدراسات الأجنبية السابقة نجد أنها اهتمت بتوضيح الأدوار المختلفة التي تلعبها الأجهزة القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية والطبية من تشخيص ومتابعة وعلاج وقياس للعلامات الحيوية لصحة الإنسان. كما عالجت الفوائد التي يمكن للأطباء الإفادة منها في متابعة

مرضاهم لحظة بلحظة رغم كل المعوقات والتحديات التي تحول دون الإفادة القصوى منها كسرية وخصوصية البيانات، ومدى دقتها وصدقها للاعتماد عليها كمصدر للمعلومات في الوقت الحقيقي. وإذا كانت مثل هذه الدراسات قد أجريت في بيئات تختلف عن بيئتنا العربية من حيث درجة التقدم في العلوم والتكنولوجيا فإننا بحاجة إلى مثل هذه الدراسة الحالية كنموذج لإبراز آراء الأطباء المصريين في هذه التقنية وهل يستخدمونها ويعولون على بياناتها في التشخيص والعلاج المستمر لمرضاهم عن بعد أم أنها لا تشكل لديهم أكثر من كونها أجهزة مساعدة لا ينبغي دوما الاعتماد عليها وفي كل الظروف، وهذا ما تحاول الدراسة استطلاعه وإثباته أو نفيه.

٢/٠ الإطار النظري للدراسة

٢/١ نشأة الأجهزة القابلة للارتداء واستخدامها في المجال الصحي والطبي

يشير مصطلح التقنيات(الأجهزة) القابلة للارتداء wearable technologiesإلى "الأجهزة التكنولوجية التي يتم ارتداؤها على جسم المستخدم لها" وبالرغم من أنه لا يوجد تعريف واضح يتعلق بالتقنيات القابلة للارتداء في معظم الأدبيات، إلا أنه توجد بعض المصطلحات الأخرى لها دلالات نسبية قريبة جدًا وهي: "الأجهزة القابلة للارتداء "wearable devices" و"أجهزة الكمبيوتر القابلة للارتداء "wearable computers" و"الأجهزة الإلكترونية القابلة للارتداء "wearable electronics" وبالرغم من اختلاف هذه المصطلحات إلا أنها مستمدة من المعني نفسه، ويمكن استخدامها بالتبادل باستثناء "أجهزة الكمبيوتر القابلة للارتداء" وبالرغم من أن الفرق بين " الأجهزة الإلكترونية القابلة للارتداء" و"أجهزة الكمبيوتر القابلة للارتداء" قد يكون غامضا في بعض الأحيان، إلا أن المصادر تشير أن مصطلح "أجهزة الكمبيوتر القابلة للارتداء" هي جزء من التصنيف الواسع لمصطلح "التقنيات القابلة للارتداء (Çiçek,2015,p. 48).

كما تعرف بعض المصادر هذه الاجهزة على أنها: "الأجهزة التي يمكن ارتداؤها أو مزاوجتها بجلد الإنسان لمراقبة أنشطة الفرد بشكل مستمر وعن كثب، دون مقاطعة أو تقييد حركات المستخدم(Haghi, et al.,2017,p.5) .

ولا يقصد بقابلية الارتداء المعني الحرفي للكلمة إذ أنها تشمل الملابس وأية أجهزة أو أشياء أخري تتلامس وتلتصق بجسم الإنسان داخله أو خارجه وهي اشبه بالأجهزة المحمولة.

وقد شكلت تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء wearable technology نقلة نوعية كبيرة في السنوات الأخيرة في العديد من مجالات الحياة لاسيما المجال الطبي والصحي، وتبحث هذه التكنولوجيا الجديدة عن فرص لتحقيق وتسهيل التواصل بين الأجهزة الحاسوبية الدقيقة وبين جسم الانسان عن طريق الدمج بينهما بأي شكل من الأشكال، بغرض الإفادة منها في مناحي حياته وأنشطته المختلفة.

ويستخدم مصطلح الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الطبي والصحي ليدل على مجموعة التقنيات الإلكترونية الصغيرة أو الدقيقة ذات القابلية للارتداء على جسم المريض، والتي يتم تشغيلها باستخدام معالجات دقيقة (مستشعرات) sensorsوبرمجيات ومُشغلات، بحيث تكون هذه الأجهزة قادرة على ارسال البيانات والمعلومات الطبية الخاصة بصحة الإنسان واستقبالها بل وتحليلها في الوقت الفعلي عبر شبكة الانترنت. وتُستخدم هذه الأجهزة في المجال الصحي لأغراض علاجيةٍ أو لمراقبة المرضى وتتبع حالاتهم الصحية في أي مكان يتواجدون فيه سواء داخل المنزل أو خارجه، وقد تساعد في اتخاذ قرارات صحية أو التوصية بها، وتعد الساعات الذكية، وأجهزة تتبع الأمراض، والملابس الذكية، واللصقات الجلدية الإلكترونية، ومقياس التنفس القابل للارتداء، وأجهزة مراقبة الدورة الدموية وضغط الدم، وشاشات مراقبة تخطيط كهربية القلب من أبين أشهر النماذج لهذه الأجهزة.

وتتخذ هذه الأجهزة لجسم الانسان عدة أشكال، فقد تكون ملصقة على الجسم (مثل رقعة ذكية) ، أو حول الجسم (مثل ساعة اليد أو عصابة الرأس) أو بداخل الجسم (مثل جهاز استشعار مزروع تحت الجلد أو جهاز استشعار متصل بالقلب لمراقبة اضطرابات القلب). (Çiçek,2015,p. 48)، ويبين الشكل رقم (١) استخدام

اللاصقات الذكية wearable patches في الرعاية الصحية (ELCODE: Smart patch for transdermal drug release)

شكل رقم (١) استخدام اللاصقات الذكية في الرعاية الصحية

هذا وقد بدأت رحلة الأجهزة القابلة للارتداء وبخاصة في المجال الصحي والطبي باختراع النظارات الطبية (العدسات التصحيحية للنظر)، في القرن الثالث عشر من قبل الراهب الإنجليزيRoger Bacon وكان ذلك تحديدا عام ١٢٨٩ وقد صممت لزيادة وضوح الرؤية، ثم ظهرت ساعات الجيب الميكانيكية التي يمكن حملها مع بداية القرن السادس عشر تحديدا عام ١٥٣٠، والتي استخدمت لتتبع الوقت، وفي القرن السابع عشر وتحديدا عام ١٦٢٤ تمكن عالم الرياضيات الفرنسي Jean Leurechon، من اختراع جهاز يساعد على السمع عرف باسمear trumpets، وبعد منتصف القرن السابع عشر وتحديدا في ١٦٤٤ ظهر الخاتم العداد Abacus Ringوهي أداة استخدمها المحاسبين الصينين في أداء المهام الحسابية عوضا عن الكتابة، وقد قاد هذا الاختراع الطريق نحو أجهزة الكمبيوتر الحديثة القابلة للارتداء، وفي عام ١٨٨٧ ظهرت أول عدسة لاصقة زجاجية للعين، وفي عام ١٩٠٧ ظهرت الكاميرات المحمولة المعروفة باسم homing Pidgeon والتي طورها المخترع الألماني Julius Neubronner وكانت تُربط بأرجل الحمام الزاجل واستخدمت

خصيصا لتسجيل أية صور من الجو، وكانت بداية لظهور كاميرات GoPro التي يمكن ارتداؤها لتسجيل مقاطع فيديو أو تثبيتها في الطائرات والسيارات وآليات الحرب المتحركة والثابتة...الخ، ثم ظهرت ساعات المعصم عام ١٩١١، ثم ظهر الراديو المحمول عام ١٩١٤ والذي استخدم في الأعمال العسكرية والشرطية لاحقا وأصبح يُعرف لاحقًا باسم "جهاز الاتصال اللاسلكي"، والذي طوره Donald Hings عام ١٩٣٧(Ometov,2021,p.3) ، (ندا، ٢٠١٩، ص ٣٩)، (حسين، ٢٠١٩، ص٥٧٥).

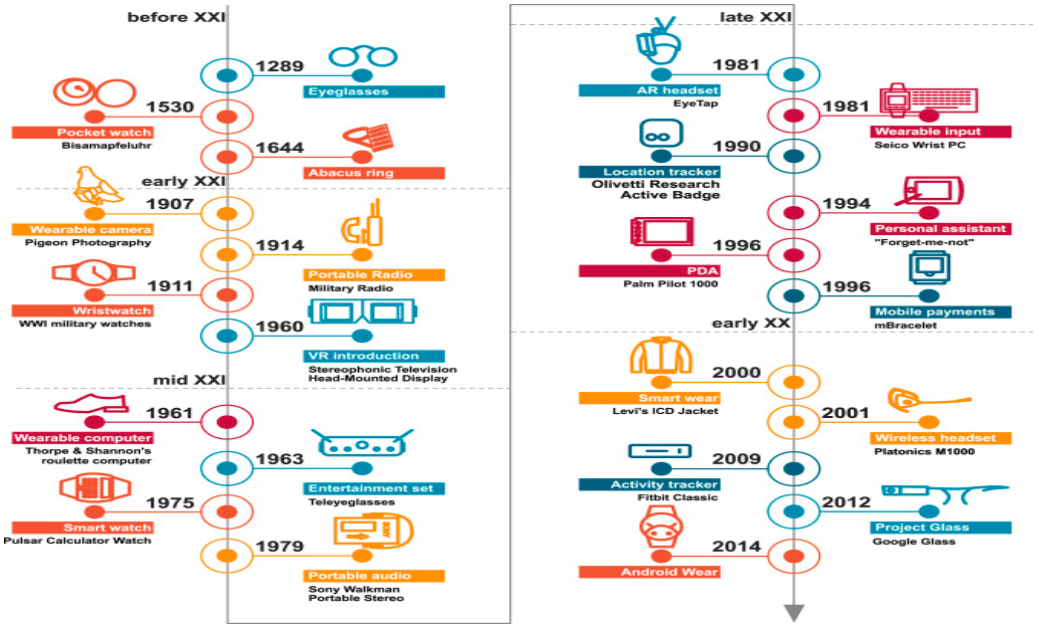
وبحلول منتصف القرن العشرين ظهرت عدة أجهزة قابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية حيث نجحت أول محاولة لزرع جهاز لتنظيم ضربات القلب على المدى البعيد، وبعد التعافي من الحرب العالمية الثانية حدث تطور كبير في هذه الاجهزة بالانتقال إلى ما يسمي حاليا بتقنيات الواقع الافتراضي Virtual Realityحيث حصل Morton Heilig على براءة اختراع لـ "شاشة عرض تليفزيونية مجسمة مثبتة على الرأس" في عام ١٩٦٠، ومنذ منتصف القرن العشرين وما بعده حدث تطور أخر فقد تمكن باحثان في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MITهما ward O. Thorpe & Claude Shannon عام ١٩٦١ من اختراع جهاز حاسوبي صغير الحجم تمكنا من إخفاؤه في حذاء، يمكنه التنبؤ بدقة بمكان هبوط الكرة على طاولة الروليت roulette table وأصبح ذلك بمثابة أول جهاز يمكن ارتداؤه داخل حذاء الإنسان(Ometov,2021, p.4) .

وتوالت الاجهزة واحدا تلو الآخر بعد ذلك، ففي الربع الأخير من القرن العشرين وتحديدا عام ١٩٧١ ظهرت العدسات اللاصقة المرنة للعين، تلتها اجهزة السمع الرقمية عام ١٩٨٧ وفي الوقت ذاته تمكن Dean Kamen من ابتكار مضخات الأنسولين، هذا وقد مر التطور في الأجهزة التي يمكن ارتداؤها في أواخر القرن العشرين وتحديدا في عقد الثمانينيات بسرعة نسبيًا ، ومدفوعًا بتحسين التكنولوجيا السابقة، فقد طور Steve Mann عام ١٩٩٤ جهاز EyeTap حيث تمكن من

تصمم أول كمبيوتر متعدد الوسائط يحمل على الظهر يشبه الحقائب ويتحكم في كاميرا للتصوير الفوتوغرافي بإمكانها التقاط الصور وبثها مباشرة على شبكة الانترنت، وكان هذا الجهاز مصدر إلهام فيما يعرف اليوم بنظارات الواقع المعزز أو Google Glasses، وفي عام ٢٠٠٨ ابتكرت شركة Fitbit تقنية Fitbit Classic وهي عبارة عن سوار يمكن لمن يرتديه مراقبة نشاطه اليومي من خلال شاشة تفاعلية كعدد خطواته التي يمشيها، والسعرات الحرارية التي قام بحرقها، وغير ذلك. وفي عام ٢٠٠٩ أصدرت شركة Samsung ساعتها الذكية Smart Watch وهي من الساعات الذكية الأولى التي تضمنت شاشة لمس كاملة الألوان واتصال بلوتوث وموسيقى وألعاب مع خاصية التعرف على الصوت. وبحلول عام ٢٠١١ استطاعت شركة جوجل العالمية ابتكار نظارتها الذكية Google Glass بدون عدسات تعتمد على تقنية الواقع المعزز وتقوم بإظهار المعلومات في أعلى الزاوية اليمنى لعين من يستخدمها، وعن طريقها يمكن طلب المعلومات والبحث عنها والحصول عليها بشكل فوري إضافة إلى ميزات أخرى مثل إصدار الأوامر الصوتية والتعرف على الصور والبحث في خرائط جوجل...الخ. وفي أوائل عام ٢٠١٢، عمل Eric Migikovsky على اصدار ساعة ذكية جذابة يمكنها عرض الرسائل من الهواتف الذكية المحددة مثل :أجهزة Android،Apple (Ometov,2021, p.5).

وفي عام ٢٠١٤ ظهر جهاز Basis وهو ذو فائدة في جمع البيانات عن الحالة الصحية للإنسان مثل: معدل ضربات القلب واستهلاك السعرات الحرارية عن طريق النشاط، ونمط النوم، والتعرق، ودرجة حرارة الجلد، وفي عام ٢٠١٤ اخترع Tommy Hilfiger سترة بإمكان من يرتديها شحن هاتفة النقال عند طريق الطاقة الشمسية أثناء التنقل خارج المنزل. وفي وقت لاحق من ذات العام حدث تطور مفاجئ في الاجهزة القابلة للارتداء من خلال Android Wear المعروف حاليًا باسم نظام التشغيل Wear وهو أول نظام تشغيل مُصمم خصيصًا للأجهزة القابلة للارتداء Wearable Operating System، خاصةً للساعات الذكية. وفي عام ٢٠١٥ أصدرت شركة Apple ساعتها الذكية Apple Watch والتي استخدمت خصيصا في

مجال الرعاية الصحية ومراقبة المرضى خارج المستشفيات وجمع المعلومات الضرورية عنهم. وخلال عامي ٢٠١٤ و٢٠١٥ شاع استخدام العديد من هذه الأجهزة كالساعات الذكية والنظارات الذكية والملابس الذكية وامتد الأمر ليشمل الكثير من الاكسسوارات والمجوهرات. وظهرت العديد من الأجهزة الاخرى التي قامت بتصنيعها شركات Samsung وApple وFitbit، وفي عام ٢٠١٦ استطاع Palmer Luckey اختراع Oculus Rift وهي أداة تتيح لمرتديها امكانية الحياة في الواقع الافتراضي، ومع نهاية هذا العرض يمكن تلخيص التطور الزمني للأجهزة القابلة للارتداء على مدار سبعة قرون من القرن الثالث عشر الميلادي وحتى منتصف العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين كما التالي.



شكل رقم(2) تطور الاجهزة القابلة للارتداء منذ القرن الثالث عشر وحتى منتصف العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين

٢/٢ التكنولوجيا القابلة للارتداء في الرعاية الصحية: المبررات، والمزايا، والاستخدامات

١/٢/٢ تتمثل المبررات الرئيسة لاستحداث التكنولوجيا القابلة للارتداء فيما يلي:

– جائحة كوفيد–١٩ وزيادة الطلب على المتابعة عن بُعد وتقديم الرعاية عن بُعد

حقق استخدام الأجهزة القابلة للارتداء مزايا عديدة لمرضى كوفيد-١٩ أو المشتبه بهم فمن خلالها يمكن التعرف مباشرة على الحالات التي ظهرت عليها الأعراض بسرعة كبيرة وفي الوقت الفعلي. إضافة إلى متابعة تطور حالات المصابين الفعليين بهذا الفيروس ومتابعة العلامات الحيوية كمعدل انتظام ضربات القلب، والسعال، ومعدل التنفس، ودرجة الحرارة، ومعرفة مدى تشبع الدم بالأكسجين (SpO2) وقراءة ضغط الدم، كما يسمح للأطباء بفحص مرضاهم بدون الحاجة إلى الاتصال الجسدي المباشر معهم لتقليل احتمالية الإصابة بالفيروس (Mukhtar,2021) .

كما كانت هناك حاجة قوية لتقليل العبء على أنظمة الرعاية الصحية نظرا لكثرة المصابين المتزايدة مع الحفاظ في الوقت نفسه على جودة الرعاية الصحية ووضعها في المستوى الأمثل، إضافة إلى ذلك فالتركيز على الرعاية الشخصية للمرضى مع تطور تقنيات الأجهزة الطبية القابلة للارتداء أثرت كذلك في هذا الاتجاه؛ لما توفره من إمكانات تطال كل مناحي الصحة، إضافة أن أكثر التطبيقات الذكية موجهة في الأساس لهذا المجال الحيوي، علاوة على ذلك فإن معظم الدراسات المتعلقة بالتقنيات القابلة للارتداء تدور حول التطبيقات الصحية، ومن المتوقع أن تقود التطورات في تقنيات الأجهزة القابلة للارتداء نقلة نوعية في قطاع الصحة (,p.462015Çiçek) (Amorim,2020,p.39).

- ارتفاع عدد كبار السن

لقد أثرت الزيادة المطردة لكبار السن وأمراض الشيخوخة في تبني هذه التقنيات وأدت إلى اتساع رقعة استخدامها، ووفقا لتقرير منظمة الصحة العالمية في اكتوبر ٢٠٢٢ فإن جميع البلدان، ستواجه مشكلات كبيرة في ضمان تأهب نظمها الصحية، والاجتماعية لكبار السن، حيث تشير التوقعات أنه بحلول عام ٢٠٣٠، سيصل سدس سكان العالم إلى ٦٠ عاما فما فوق. وسيرتفع عدد السكان الذين تبلغ أعمارهم ٦٠ سنة فما فوق من مليار نسمة عام ٢٠٢٠ إلى ١.٤ مليار نسمة عام ٢٠٣٠، وبحلول عام ٢٠٥٠، سيتضاعف عدد سكان العالم، البالغين ٦٠ سنة فما فوق إلى (٢.١ مليار نسمة)، ومن المتوقع أن يتضاعف عدد الأشخاص الذين تبلغ

أعمارهم، ٨٠ سنة فأكثر ثلاثة أضعاف، بين عامي ٢٠٢٠ و٢٠٥٠ ليصل إلى ٤٢٦ مليون نسمة، وتؤدي التكنولوجيا القابلة للارتداء دورا أساسيًا ومهمًا في رعاية كبار السن، وتسهيل أنشطتهم اليومية. ومساعدتهم في الاعتماد على أنفسهم، ودعم استقلاليتهم، حيث يمكن لأجهزة الاستشعار استخدامها لتتبع ورصد وظائفهم الحيوية، ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد وبصفة دورية، وإرسال استغاثات في حالات الخطر، وغالبا ما يتم تصميم هذه الأجهزة بمظهر جمالي في هيئة حلى أو مكملات أو إكسسوارات، لرفع الحرج عمن يرتديها، وعدم إظهاره بمظهر المريض الذي يحتاج للرعاية (Ageing and health, 2022) .

– زيادة انتشار الأمراض المُزمنة التي تتطلب مراقبة مستمرة لتحقيق نتائج أفضل

ساهمت كثرة الأمراض المزمنة في اتساع رقعة استخدام الأجهزة الطبية القابلة للارتداء، فوفقًا لمؤشرات منظمة الصحة العالمية (World WHO Health Organization)لعام ٢٠١٥ فإن أكثر من ١٧.٥ مليون حالة وفاة سببتها أمراض القلب والأوعية الدموية وهو ما يشكل نسبة ٣١٪ من إجمالي الوفيات العالمية كما أن الذين يعانون من مرض السكري بلغ ٤١٥ مليون وهذا الرقم مُرشح للارتفاع إلى ٦٤٢ مليون بحلول عام ٢٠٤٠ (Benseghier, et al., 2017, p.2) .

– التركيز على الرعاية الشخصية للمرضى

تشير الدراسات إلى تزايد اهتمام المستهلكين بالأجهزة القابلة للارتداء باستمرار حيث أن ٥٤٪ من البالغين يستخدمون الأجهزة الرقمية القابلة للارتداء في عام ٢٠٢٠، لتتبع مؤشر حيوي واحد على الأقل مثل مراقبة معدل ضربات القلب أو درجة حرارة الجسم مقارنةً بـ ٤٢٪ فقط في عام ٢٠١٩، كما أظهرت إحدى الدراسات التي قدمتها جمعية أنظمة إدارة المعلومات الصحي(HIMSS) ، أنه في عام ٢٠٢١ اعتبر أكثر من نصف مُقدمي الرعاية الصحية من الأطباء وهيئة التمريض التقنيات القابلة للارتداء، مفيدة لمراقبة المرضى. (ساينس سوفت، الأجهزة الطبية القابلة للارتداء: الاستحداث والاستخدامات والعناصر التقنية).

- تطور تقنيات الأجهزة الطبية القابلة للارتداء

تشكل التكنولوجية القابلة للارتداء عنصرا هاما وتلعب دورا رئيسا في خدمة أطراف المنظومة الصحية وبخاصة الأطباء والمرضى، ولقد تحقق بفضل استخدام هذه التقنية ما يعرف اليوم بالصحة الذكيةSmart health ، حيث يتم الربط بين أجهزة الهواتف الذكية لدى المرضى والأطباء وبين الأجهزة الطبية القابلة للارتداء والتي يستخدمها المرضى مثل، أجهزة قياس السكر والضغط وأجهزة الاكتشاف المبكر للجلطات القلبية أو الدماغية المفاجئة، والساعات الذكية، والعدسات اللاصقة، والنظارات الذكية وغيرها، وبين أجهزة انترنت الأشياء مثل أجهزة الاستشعار القابلة للزرع، أو الابتلاع ...الخ، والهدف النهائي من ربط هذه الأشياء ببعضها هو تراسل البيانات بغرض مراقبة أحوال المرضى، واتخاذ ما يلزم من توصيات طبية في وقت قصير لإسعافهم ولإنقاذ حياتهم سواء أكانوا في منازلهم أم في المستشفيات أم في أي أمكنة أخرى، وتوفير العلاج المناسب لهم في الوقت المناسب مع تخفيض نفقات الاستشفاء. ومما يدل على الأهمية المتزايدة للأجهزة القابلة للارتداء ما أكدت عليه منصة "ماركت أند ماركتس" من أن حجم سوق الأجهزة الإلكترونية القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية بلغ ١٦.٢ مليار دولار أميركي في عام ٢٠٢١، ومن المتوقع أن يصل هذا الرقم إلى ٣٠.١ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٦ وبمعدل نمو سنوي مركب يبلغ ١٣.٢٪. (سناجلة، ثورة قادمة في التكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية العالمي، ٢٠٢٢)

٢/٢/٢ تتمثل المزايا الرئيسة للتكنولوجيا القابلة للارتداء فيما يلي:

يرى Tyagi أن هناك العديد من العوامل والمزايا التي أثرت في تبني وقبول تقنية الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الصحي لعل أهمها: توفير رعاية ذات جودة أفضل في الوقت الفعلي، وتوفير علاج استباقي وديناميكي نتيجة المراقبة الصحية اللانهائية للمرضى، وسرعة الكشف عن المرض وتشخصيه في الوقت الفعلي وفي مراحله المبكرة (Tyagi, 2021) .

ويرى (Bocas, 2022) أنه توجد ثلاث فوائد رئيسة للتكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية، وهي:

١. **تقليل القلق والتوتر لدى المرضى:** يمكن لطاقم الرعاية الطبية مراقبة المؤشرات الحيوية، مثل: معدل ضربات القلب أو ضغط الدم، وتوفير مساعد قادر على توفير الراحة والدعم عند الحاجة.

٢. **زيادة الدقة في بيانات المريض:** يمكن للمستشفيات تحسين الدقة من خلال تتبع عدد الزوار الذين يستقبلهم كل مريض، بالإضافة إلى المدة التي يقضونها في المستشفى، ويمكن استخدام هذه المعلومات لتخطيط رعاية أفضل للمرضى.

٣. **تحسين التواصل بين المهنيين الطبيين والمرضى:** من خلال تقديم الملاحظات أثناء التفاعل مع المرضى، يمكن للممرضات فهم ما يجب القيام به بشكل أفضل من وجهة نظر الصحة البدنية مع تقديم الدعم أيضًا.

ويضيف Bocas أن أهمية الأجهزة الطبية القابلة للارتداء تبرز في الكم الكبير من البيانات الضخمة التي تنتج عنها، والتي يمكن استخدامها لأغراض البحث العلمي ودعم البحث الطبي، وفي مجال الدراسات الإحصائية لدراسة مجموعات سكانية كبيرة .

وبالرغم من المزايا المتعددة للأجهزة القابلة للارتداء واستخداماتها في المجال الصحي إلا أن هناك من يرى أن قدرتها على جمع البيانات عن صحة الإنسان يكون بشكل إجمالي لا تفصيلي، كما أن قدرتها محدودة على تحليل هذه البيانات واستخلاص نتائجها، كما أنها تستخدم خوارزميات عامة، وهي أكثر شيوعا للتتبع الذاتي الفردي، وتترك وراءها قدرا كبيرا من البيانات الضخمة، ونتيجة لذلك فإن أغلبية هذه الأجهزة تستخدم لتوفير البيانات الصحية العامة، كما أن الأطباء يعتمدون عليها كعامل مساعد ومنبه لتشخيص بعض الأعراض المرضية ومتابعتها. (صبري، المنسوجات الالكترونية: مراقبة الصحة الشخصية والكشف عن علامات الإنذار)

٣/٢/٢ وتتعدد استخدامات التقنيات الاجهزة القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية والطبية، ويمكن عرضها في النقاط التالية:

أولا: مراقبة الحالة الصحية للمرضى والاستجابة السريعة للطوارئ الطبية

من بين أكثر الاستخدامات للأجهزة الطبية القابلة للارتداء مراقبة الحالة الصحية للمرضى في الوقت الفعلي، واستخدام المعلومات التي تقوم بتجميعها هذه الأجهزة في إدارة شؤون المريض التشخصية والعلاجية، وتتبع القياسات الصحية الحيوية، وتعزيز الإدارة الصحية الذاتية له، والإبلاغ عن حالات الطوارئ، كما يمكن للتقنيات القابلة للارتداء أن تساعد الأطباء على فهم أفضل لشعور مرضاهم وإدارة أمراضهم، وتتم هذه العملية بشكل مستمر على مدار ٢٤ ساعة (Kelly,2020)؛ (Motti,2020,p.21). في المستشفيات والمراكز الطبية يمكن مراقبة المريض عن بعد لملاحظة أية تغييرات في تسجيل البيانات الصحية في ساعته القابلة للارتداء، وكلما تغيرت حالته الصحية بشكل كبير، يمكن لمنصة الإدارة استقبال الإشارة والعمل على المساعدة الطبية الفورية. (موكو سمارت. انترنت الاشياء الطبية، ٢٠٢٢). وقد تم تطوير اوشام ذكية تحتوي على مستشعرات إلكترونية مرنة لمراقبة نشاط القلب والدماغ، واضطرابات النوم، وحركة العضلات. وساعة ذكية يستخدمها الأشخاص المصابين بمرض باركنسون تتعقب الأعراض وتنقل البيانات حتى يكون باستطاعة الطبيب المعالج تقديم خطط علاج أكثر ملائمة، ومن أمثلة الأجهزة الطبية القابلة للارتداء لمراقبة الحالة الصحية للمرضى: أجهزة مراقبة الدورة الدموية، ومقياس التنفس لمرضى الانسداد الرئوي المزمن، أو حالات الربو، وجهاز ضغط الدم، ولاصقة تخطيط كهربائية القلب، وجهاز مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم، وأجهزة مراقبة مرضى كوفيد-١٩، وأجهزة مراقبة الأجنة وحديثي الولادة ومراقبة مرضى السرطان، والرعاية المنزلية لمرضى الشيخوخة، وقياس اختلال الحركة وحالات الرعاش، وغيرها . (Thilakarathne,2020) ; (Hayes, 2022)

ومن المحتمل أن توفر أجهزة التصوير أو الفيديو القابلة للارتداء معلومات إكلينيكية إضافية، ويمكن توصيل الأجهزة القابلة للارتداء بالعديد من الأشياء

مثل الأحذية، والنظارات، والملابس، والقفازات، والساعات وقد تتطور الأجهزة القابلة للارتداء أيضًا لتكون أجهزة قابلة للتوصيل بالجلد أو يمكن دمج المستشعرات في البيئة، مثل الكراسي ومقاعد السيارة والمراتب(Wu & Luo, 2019) .

وقد أصبح باستطاعة الجيل الرابع من ساعات Apple Watch اكتشاف حالات السقوط المفاجئ للمرضي وبخاصة كبار السن، وذوي الأمراض المزمنة، والحالات الخاصة حيث تقوم الساعة الذكية بمتابعة حال المستخدم، وفي حال تعرضه للسقوط المفاجئ وعدم استجابته تقوم هذه الساعة بالاتصال التلقائي بالطوارئ مع تقديم معلومات عن المريض مثل: موقعه، واسمه، وبعض المعلومات الضرورية الأخرى المفيدة للطواقم الطبية< كما تستخدم للتنبيه أيضا في حالات الطوارئ عند رصد أجهزة الاستشعار خطر الزيادة المستمرة في معدل ضربات القلب أو في نسبة السكر في الدم أو ما شابه مما يستدعي التدخل السريع لإسعاف المرضى (حسن، ٢٠٢١).

ثانيا: تقديم العلاج للمرضى

تُساعد الأجهزة الطبية القابلة للارتداء في علاج أعراض الأمراض المزمنة مثل: علاج الألم، وفرط السكر في الدم، والمحافظة على صحة المريض. فضلًا عن جمع وارسال البيانات تلقائيًا ليفحصها الطبيب ويتخذ ما يلزم من قرارات علاجية. كما يمكن زراعة أجهزة علاج في جسم الإنسان أو لصقها على جلد الجسم، ومن أمثلة الأجهزة القابلة للارتداء التي يمكنها تقديم العلاج للمرضى: أجهزة تنظيم ضربات القلب المزروعة، وأيضا أجهزة إزالة الرجفان، وأنظمة البنكرياس، ومضخات الأنسولين، وأجهزة إدارة الألم عبر أجهزة العلاج الكهربي، وأجهزة تعزيز السلوكيات الصحية ...الخ، وسوف تفيد الإخطارات المنتظمة الصادرة من الأجهزة القابلة للارتداء إلى كل من مرفق الرعاية الصحية والمريض في انتظام ومراقبة تناول الأدوية والحبوب الضرورية للمرضى. (ساينس سوفت، الأجهزة الطبية القابلة للارتداء: الاستحداث والاستخدامات والعناصر التقنية)

ثالثا: إعادة تأهيل المرضى

حيث يُمكن للأجهزة القابلة للارتداء المساعدة في عمليات العلاج الطبيعي، وجمع البيانات حول تقدم حالة المريض، كما تتيح للأطباء مشاهدة كيف يؤدى المرضى تمارين العلاج الطبيعي بدقة، ومراقبة كفاءة إعادة التأهيل، والمؤشرات الحيوية للمرضى أثناء التمارين. وباستطاعة المستشعرات في هذه الأجهزة أن تقرأ حركات المرضى وتحدد كميتها، وتُقيّم المؤشرات الحيوية مثل معدل ضربات القلب، وترسل هذه البيانات إلى البرمجيات السحابية التي بدورها تقوم بتخزينها وتحليلها ثم تعرض النتائج على التطبيق الخاص بأخصائي العلاج الطبيعي لمساعدتهم على تقييم مدى تحسُّن حالة المريض، ورفع كفاءة إعادة التأهيل لديه، وإعداد العلاج أو الارشادات المناسبة لحالته. ومن أمثلة الأجهزة القابلة للارتداء التي يمكنها إعادة التأهيل، أجهزة إعادة تأهيل مرضى السكتة الدماغية، باستخدام القفازات الذكية، لاستعادة القدرة على الحركة، ومراقبة التحسن في حركة المفاصل بعد كسور العظام، وجراحات المفاصل(Kelly,2020) .

رابعا: التشخيص المبكر للأمراض والتنبؤ بها

تُمكّن الأجهزة القابلة للارتداء من التشخيص المبكر للأمراض، وسيكون بإمكان المرضى معرفة التشخيص الذاتي لحالاتهم الصحية، ومن أمثلتها أجهزة قياس درجة حرارة الجلد، ومستشعرات التعرق، وأجهزة مراقبة معدل ضربات القلب، وأجهزة مراقبة الجلوكوز في الدم، وأجهزة هولتر للتشخيص المبكر لاضطرابات نظم القلب، وغيرها. كما كشفت إحدى الدراسات أن الأجهزة القابلة للارتداء لديها دقة تنبؤيه عالية نسبيًا، وإمكانات كبيرة للاكتشاف المبكر للمضاعفات التي يتعرضن لها النساء الحوامل قبل وبعد الحمل، خاصة النساء المصابات باضطرابات ارتفاع ضغط الدم . (Runkle,2019, p.2)

ومن بين الأغراض التي تستخدم فيها هذه الأجهزة الكشف المبكر لسرطان الجلد حيث سيتمكن أطباء الأمراض الجلدية باستخدام مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار ودون الحاجة إلى مغادرة منازلهم من إجراء فحوصات للأمراض أو الحالات الجلدية المشتبه بإصابتها بسرطان الجلد باستخدام كاميرات عالية الدقة عن

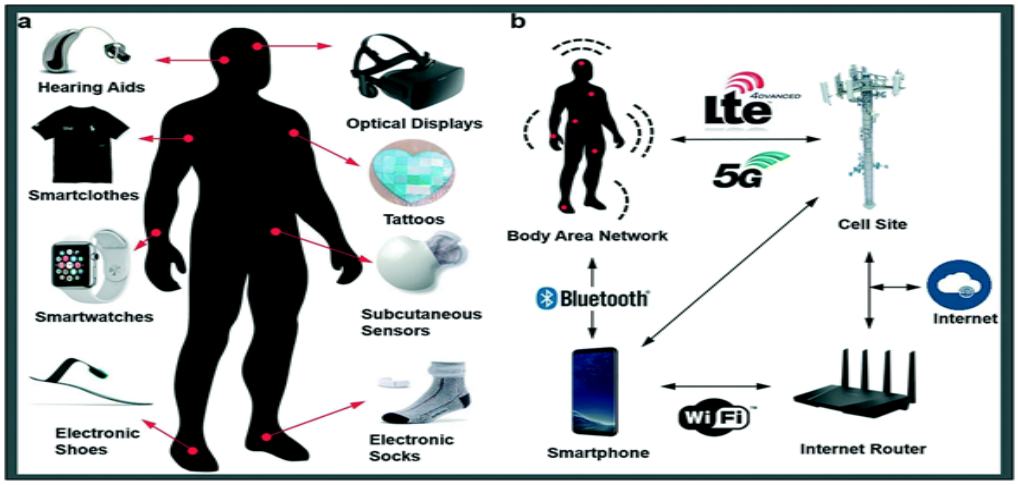
بعد، وسوف يؤثر الاكتشاف المبكر لسرطانات الجلد على تقليل معدلات الوفيات بهذا المرض (Schroetter,2014) . وقد كشفت دراسة نشرتها دورية "بلوس بيولوجي"، لباحثون بمعهد الطب الدقيق بجامعة سنغافورة الوطنية، ومركز القلب الوطني في سنغافورة، أن ارتداء الأجهزة القابلة للارتداء لا يبين فقط معدل النشاط اليومي للأشخاص، ولكن يساعد أيضا في التنبؤ بمخاطر الإصابة بأمراض القلب وبخاصة تضخم عضلة القلب وذلك من خلال مؤشرات عديدة، مثل السمنة، وارتفاع ضغط الدم، وارتفاع مستوى السكر في الدم(Lim, 2018, p.1,2) .

خامسا: تتبع النشاط للحفاظ على الصحة العامة

تساعد بعض الأجهزة القابلة للارتداء في الحفاظ على صحة المرضى، وتحسين جودة الحياة، والنشاط البدني وتغيير نمط الحياة، حيث تقوم هذه الأجهزة بتجميع معلومات ذات نوعية خاصة لهذا الغرض مثل، عدد خطوات المشي، ونمط الحركة، واستهلاك الطاقة، وأوقات ممارسة الرياضة...الخ، وتعرض هذه البيانات على المريض للمراقبة الذاتية، ويمكن لمثل هذه البيانات أن تمثل تقريرا عن الحالة العامة للنشاط البدني والوضع الصحي العام، يستطيع الأطباء الإفادة منه في الوقت الفعلي مع إجراء بعض الفحوصات المعملية والمختبرية لتقديم توصيات علاجية من شأنها تحسين الحالة الصحية للمرضى. وتعد الساعات الذكية، وكذلك أجهزة استشعار درجة حرارة الجلد، وأجهزة استشعار التعرق، وغيرها من بين النماذج على تلك الأجهزة، وسوف تكون هذه الأجهزة ذات إفادة وبخاصة مرضى السرطان، ومرضى الشيخوخة، ومرضى السمنة المفرطة، ومرضى الروماتيزم، ومرضى القلب والأوعية الدموية، وتصلب الشرايين. إضافة إلى ذلك سيكون بإمكان الأجهزة القابلة للارتداء التتبع الشخصي للمرضى عن بعد أثناء التجول في مراكز الرعاية والمستشفيات. (موكو سمارت. انترنت الاشياء الطبية. ٢٠٢٢). وأشارت بعض الدراسات أن بإمكان الأجهزة القابلة للارتداء وأجهزة الاستشعار، والحوسبة السحابية، وخوارزميات الذكاء الاصطناعي، والهواتف الذكية تتبع الحالة العاطفية للمرأة بعد الحمل لتسهيل الكشف المبكر عن حالات الاكتئاب بعد الولادة (Runkle,2019,p.2) .

٣/٢ نماذج وتطبيقات التكنولوجيا القابلة للارتداء في الرعاية الصحية والطبية

تُظهر دراسة الحالة الحديثة لإنترنت الأشياء في مجال الرعاية الصحية التي أجراها معهد ماكينزي العالمي أن سوق الأجهزة القابلة للارتداء يمكن أن تصل إلى ٣٠ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٧ (Benefits Of IoT Wearable Devices in Healthcare, 2022). ويبن الشكل التالي أشهر الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الصحي وأنظمة الاتصال الخاصة بها(Sharma, et al.,2022).



شكل رقم (٣) يبين أشهر الأجهزة القابلة للارتداء في المجال الصحي

ويمكن عرض أشهر نماذج وتطبيقات الأجهزة القابلة للارتداء طبقا لنوع الجهاز، في النقاط التالية:

١/٣/٢ الساعات الذكيةSmart watches :

من أكثر الأنواع الشائعة في الأجهزة القابلة للارتداء، تُلبس مثل ساعة المعصم العادية تتصل عبر البلوتوث بهاتف المستخدم وتبلغه بالمكالمات والرسائل ووسائل التواصل، والعديد من تلك الساعات لديها القدرة على مراقبة الصحة ومقاييس اللياقة البدنية، كمعدل ضربات القلب أو عدد الخطوات في اليوم، أو السعرات الحرارية المحروقة، ومراقبة الشد العضلي وغيرها (عمران،٢٠١٩). ومن الملاحظ أن الساعات الذكية تتطور بصورة كبيرة مدعومة بالتطورات الجارية في أجهزة الاستشعار، والذكاء الاصطناعي فعلي سبيل المثال، تتميز بعض الساعات الذكية الآن بأجهزة استشعار

بصرية تقيس باستمرار التغيرات في حجم الدم وتكوينه باستخدام تقنية تسمى التصوير الضوئي وباستخدام الخوارزميات التي يتم إنتاجها وتحسينها باستمرار عبر التعلم الآلي للبيانات لتقديم رؤى حول مستويات نشاط المستخدمين، والتوتر، والانحرافات في نمط القلب (Loucks, 2022, p.2) .

وتعمل معظم شركات التكنولوجيا الكبرى على تطوير ساعات ذكية وتقنيات مماثلة ومن أشهر تلك الشركات Fitbit و Apple وSamsung ، وقد طرحت Fitbit ساعتها الذكية وهي تعمل بشكل جيد مع منتجات Apple و Android، وتقدم خدماتها في شكل تطبيق Fitbit على الهاتف المحمول، وهذا التطبيق يفيد النساء على تتبع دورات الحيض ومعدلات الخصوبة، كما أنتجت شركة " Appleساعاتها الذكية Apple Watch وهي تفيد في إصدار إشعارات لتتبع الصحة مثل: إشعارات معدل ضربات القلب غير المنتظمة، ومعدلات ضربات القلب المرتفعة جدًا أو المنخفضة جدًا، وتحتوي الساعة أيضًا على تطبيق ECG والذي يفيد في اكتشاف حالات السقوط تلقائيًا للمستخدمين الذين تزيد أعمارهم عن ٦٥ عامًا (Trehearn,2021)؛(Schroer, 2022) .

كما أطلقت شركة الإلكترونيات اليابانية Omron ساعتها الذكية HeartGuideلمراقبة ضغط الدم، وقياس عدد ساعات النوم، والسعرات الحرارية المحروقة، والخطوات المقطوعة، ومثل هذه البيانات يتم نقلها عبر تطبيق iPhone أو Androidوباستطاعة المستخدمين ضبط الجهاز لأخذ القياسات على فترات منتظمة أو تشغيلها يدويًا. إلا أن سعر HeartGuide مرتفع نسبيا إذ تبلغ تكلفة شراؤه ٥٠٠ دولار وهو مبلغ كبير للعديد من الأشخاص (Top 10 medical wearables, 2020).

٢/٣/٢ النظارات الذكيةsmart glasses :

تستخدم النظارات الذكية مع العديد من التطبيقات المفيدة الأخرى في مجال الرعاية الصحية وبخاصة في توثيق الصور والفيديو آليا، والتطبيب عن بعد،

واسترجاع السجلات الصحية الإلكترونية وإدخالها، وتحليل اختبار التشخيص السريع، والبث المباشر، ويمكن للنظارات المتصلة بالويب عرض البيانات على العدسات وتسجيل الصور أو مقاطع الفيديو من خلال كاميرا أمامية (Mitrasinovic,2015)

٣/٣/٢ الملابس الذكيةSmart clothes :

تصنع الملابس الذكية من أليافٍ مغلفةٍ بالفضة بقدراتٍ إلكترونيةٍ تُستخدم لإرسال البيانات من الملابس إلى الهاتف الشخصي أو إلى تطبيقاتٍ أخرى، ويمكن أن تشعر الملابس الذكية بالجو عندما يكون باردًا بالخارج، ثم تولد الحرارة تلقائيًا للمساعدة في الحفاظ على دفء المستخدم، ونظرًا لأنها مجاورة بشكل طبيعي لجلد المستخدم، يمكنها مراقبة وقياس معدل ضربات القلب، والشد العضلي، ومعدل التنفس، وإرسال البيانات إلى جهاز ذكي مثل الهاتف المحمول لتحديد الحالة الصحية للمستخدم وعافيته (موكو سمارت. انترنت الاشياء الطبية، ٢٠٢٢)؛(عمران،٢٠١٩). كما أنه بإمكان الملابس الذكية أن تستخدم درجة حرارة جسم الشخص لتوليد كميات صغيرة من الكهرباء لتشغيل الأجهزة الشخصية (Laforest, 4 Different Types of Wearable Tech) . وباستطاعة المستشعرات الدقيقة في الملابس الذكية قياس بعض المؤشرات الحيوية لصحة الإنسان عن طريق العرق (مستقبل واعد للأجهزة القابلة للارتداء في الرعاية الصحية،٢٠٢١). كما صمم العلماء ملابس يمكنها تقييم مستوى تدفق الدم، والأكسجين، والعناصر الغذائية اللازمة لمختلف أجزاء من الجسم. ومثل هذه الملابس مجهزة بمجموعة من الأقطاب الكهربائية التي تطلق صدمات خفيفة على أجزاء معينة من الجسم عند الحاجة من أجل زيادة تدفق الدم؛ ونتيجة لذلك فسوف تقلل هذه الملابس من خطر الإصابة بقرحة الفراش بشكل كبير. كما صمم باحثون كنديون قميصًا جديدًا لقياس الضغط وهو مزود بجهاز استشعار يمكنه قياس مستويات التوتر خلال النهار بناءً على تحليل الحركة والتنفس ونشاط القلب، بينما يمكنه أيضًا مراقبة النوم ليلًا، ويتم إرسال البيانات لاسلكيًا إلى الهاتف الذكي، ثم إلى حساب عبر الإنترنت. كما قام باحثون إيطاليون من صنع سترة يمكنها قياس معدل ضربات القلب، وكذلك معدل التنفس، وإرسال البيانات إلى مركز معالجة، وقد

استخدمت هذه السترة من قبل المتسلقون لجبل ايفرست، ومن مميزات هذه السترة قدرتها على التكيف مع أجسام مختلفة الأحجام وقابلية الغسيل. وفي مجال الرعاية الطبية والصحية للأطفال تساعد الملابس الذكية الوالدين الذين أنجبوا طفلًا مؤخرًا استخدامها في مراقبة الحالة الجسدية لطفلهم بشكل دائم، حيث أن هذه الملابس مجهزة بأجهزة استشعار مختلفة وواي فاي، وبلوتوث يمكن من خلالها مراقبة التنفس، ودرجة حرارة الجسم بشكل دائم، ومستوى نشاط الرضيع، مستيقظ، يتحرك بسرعة، نائم (Ajami & Teimouri, 2015). وقامت شركة (Rest Devices) في الولايات المتحدة بإنتاج رداء الأطفال الذكي ميمو بابي (Mimo Baby) وهو جهاز لمراقبة الأطفال يمكن ارتداؤه – حيث توجد أجهزة استشعار شديدة التحمُّل في النسيج وظيفته إبقاء الوالدين على علم بإحصاءات الطفل الحيوية، مثل معدَّل التنفس ومستوى النشاط ودرجة حرارة الجلد، ويبين التالي صورة لطفل يرتدي هذا الرداء (EMS shows MIMO Baby by Rest Devices,2016)

شكل رقم (٤) يبين طفل يرتدي رداء الأطفال الذكي MIMO Baby

٤/٣/٢ الأوشام الذكيةsmart tattoos :

يحتوي الوشم الذكي على أجهزة استشعار إلكترونية تستخدم في مراقبة نشاط القلب والدماغ ووظائف العضلات وأخرى غيرها، وقد أمكن استخدام حبر كوشم ذكي جديد يتغير لونه عندما يعاني المستخدم من الجفاف أو عندما ينخفض مستوى السكر في الدم أو يرتفع. وقد طور باحثون بجامعة كاليفورنيا ديفيس وشمًا يتغير لونه

بتغير بعض المؤشرات الحيوية للإنسان، وعن طريقه يستطيع الأشخاص المصابون بمرض السكري معرفة مستويات الجلوكوز في الدم بشكل دائم، كما يستطيع الشخص المصاب بمرض هرموني معين بمعرفة أية تغييرات في الرقم الهيدروجيني له (مستقبل واعد للأجهزة القابلة للارتداء في الرعاية الصحية،٢٠٢١). ومن بين المبتكرات في هذا المجال حساس صغير يعتمد على تقنيات التصوير الضوئية Optical Imaging Techniques، يمكن ارتداؤه "Wearable Sensors" ، تم تطويره يلتصق بالجلد بشكلٍ مشابه للوشم، ويستطيع أن يقوم بقياس التدفق الدموي بشكلٍ مستمر وطوال ٢٤ ساعة على بعد ١-٢ ميللي متر من الجلد، وتم تطوير هذا الحساس القابل للارتداء بالمعهد الوطني الصحي في أمريكا، وبالتعاون مع مجموعات بحثية أخرى من الصين وأمريكا، ويتكون هذا الحساس من طبقات شديدة رقيقة تتكون من السليكون، والذهب، والكروم، والنحاس المدعوم بالسليكون والجزء الأكبر من كتلة الحساس هو من طبقة سيليكون رقيقة بسمك ٤٠ مايكرومتر (صبحي،٢٠٢٢).

٥/٣/٢ اللاصقات الطبية الذكيةSmart medical patches /stickers :

تستخدم اللاصقات الذكية لمراقبة الأعضاء الحيوية في جسم الإنسان والتذكير بمواعيد تناول الدواء، بل وإعطاء المريض الدواء أو أقراص الدواء الذكية، مما يساعد الأطباء من التأكد من أن مرضاهم يتناولون الأدوية بانتظام. وتكون على شكل أشرطة توضع على الجسم تقوم بمراقبة النشاط البدني وتتصل لاسلكيًا مع تطبيقٍ على جهازك لتخزين البيانات والإبلاغ عنها. ومن نماذج اللاصقات الذكية ما قامت به شركة Cyrcadia Health بتصنيع وتطوير رقعة ذكية Cyrcadia Breast Monitor، يمكنها اكتشاف العلامات المبكرة لسرطان الثدي ونقل المعلومات إلى المختبر لتحليلها(Cyrcadia Health,2017) ؛(Hayes, 2022). كما قدمت شركة Abbottلاصقة Libre Sense وهي عبارة عن مستشعر حيوي متصل بالجزء الخلفي من الجزء العلوي من الذراع، ويجمع بيانات عن مستويات الجلوكوز لدى الرياضيين الذين تبلغ أعمارهم ١٦ عامًا فما فوق ويمكن من خلال تطبيقات الأجهزة المحمولة إتاحة الوصول إلى بيانات هذا الجهاز(Schroer, 2022) . وقام فريق من

العلماء في «جامعة طوكيو» اليابانية على تطوير جلد إلكترونيe-skin، بحيث يعلو الجلد الفعلي، ويبدو مثل ورقة مرنة ومطاطة من البلاستيك، لكنه يشتمل على الكثير من أدوات الاستشعار المرتبطة بالصحة (التقنيات القابلة للارتداء تشقّ طريقها إلى الجلد مباشرة، ٢٠١٤).

إضافة إلى ذلك توجد بعض أنواع العدسات اللاصقة التي يمكنها قياس ضغط العين. وقد حصلت Google على براءة اختراع لتقنية عدسة لاصقة ذكية تحتوي على أجهزة استشعار، ودوائر صغيرة بإمكانها اكتشاف التغيرات في سائل العين، والمساعدة في تشخيص أية حالات تتطلب تدخل طبي (ساينى،٢٠٢٢). وإذا كانت الساعات الذكية توفر نطاقًا واسعًا من البيانات الصحية والرؤى، فاللاصقة الذكية على العكس تماما فهي تصمم عادة لقياس مؤشر واحد مثل متابعة مرض السكري، أو توصيل الدواء للمريض أو قياس معدل تقلب ضربات القلب، وغالبا ما تكون أكثر دقة من الساعات الذكية(Loucks,2022, p.3) .

٦/٣/٢ الأجهزة القابلة للزرع والابتلاع implantable and swallowable devices :

تُستخدم كثيرا من الأجهزة الذكية القابلة للزرع لعلاج حالات طبية متنوعة، ويمكن للأجهزة القابلة للزرع أن توفر الدعم لبعض الأعضاء الحيوية، وفي نفس الوقت تراقب العلامات الحيوية، ويمكن للأنظمة المزروعة أن تحل محل الهياكل البيولوجية المفقودة أو تحافظ على النظم البيولوجية التالفة أو تحسن الهياكل البيولوجية الموجودة بالفعل، ومن أمثلة هذه الأجهزة مضخة التسريب القابلة للزرع، ومنظم ضربات القلب، والمنبهات العصبية، بالإضافة إلى أجهزة مراقبة الجلوكوز أو الحبوب الذكية، وغالبًا ما تكون الأجهزة القابلة للزرع أكثر فائدة للمرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة أو كبار السن. ويرى البعض أن هناك أفكارا مطروحة لتطبيقات مستقبلية أكثر للأجهزة المزروعة مفادها أنه يمكن زرع الرقائق الدقيقة واستخدامها للسماح للأشخاص بتخزين معلوماتهم الطبية، وهذه قد تساعد مساعدة كبيرة في حالة الطوارئ والحوادث عندما يصل المسعفون إلى مكان الحادث ويجدون الضحية فاقدًا

للوعي وقتها يمكن للمسعفين إجراء مسح ضوئي للشخص بسهولة وعلى الفور سيكونون قادرين على التعرف على هويته (Laforest, 4 Different Types of Wearable Tech) ومن بين نماذج الأجهزة القابلة للزرع ما يعرف باسم (مولد النبض المزروع)، ويقوم هذا الجهاز بالتحفيز العميق للدماغ، ويساعد على السيطرة على المشكلات الصحية الناجمة عن الإصابة بالشلل الرعاش، ويستخدم في علاج الصرع. ويُفترض في المستقبل أن يكون بمقدور الأجيال الحديثة من الأجهزة القابلة للزرع في الجسم تتبع الوضع الصحي للإنسان، وتوفير العلاج الضروري له وذلك عبر فك شفرة الرسائل، التي تمر عبر جهازه العصبي، والتفاعل مع المعلومات التي تتضمنها(تشيرش،٢٠٢٠).

وقد أصبح بالإمكان أن يبتلع المريض قرصًا صغير كحبة فيتامين، يتم توصيله بكاميرا صغيرة لديها القدرة على التقاط آلاف الصور للجهاز الهضمي للمريض، والتي يقوم الأطباء بتقييمها وتحليلها للتحقق من وجود أية أمراض خطرة داخل جسم الإنسان مثل سرطان القولون، إضافة لذلك فسوف تساعد تقنيات التعلم الآلي الأطباء أيضًا في معالجة هذه الصور، مما يسمح لهم بتشخيص، وعلاج مرضاهم بشكل أكثر دقة وفعالية. كما صمم مهندسون في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا حبة قابلة للهضم، مع جهاز استشعار متصل تبقى لفترة طويلة من الزمن في معدة الإنسان يمكنها تتبع درجة حرارة الجهاز الهضمي، وقرحة المعدة (ساييني، ٢٠٢٢).

٧/٣/٢ الأحزمة الذكية تحت الملابسSmart belts :

يستخدم الحزام الذكي في استشعار درجة الحرارة وقياس العلامات الحيوية وتخطيط القلب، وتفيد في المعلومات الأخرى مثل أنشطة: الجري، والمشي، والراحة، والسقوط لكبار السن (Ajami & Teimouri, 2015). ومن أمثلة الأحزمة الذكية جهاز TEKTELIC eDOCTOR الذي أنتجته شركة Tektelic Communications Inc. وهي شركة عالمية ومزود عالمي لإنترنت الأشياء ومقرها في كندا، ويعد هذا الجهاز حلاً مثاليًا للمرضى الذين يعانون من أمراض الجهاز

التنفسي حيث يمكنه مراقبة درجة حرارة جسم المريض، ومعدل التنفس، والسعال، والعطس، باستمرار ويمكن ارتداؤها بسهولة تحت الملابس وهو قابل للغسل Ajami & (Tektelic Communications Inc٢٠٢٣) ؛ (Teimouri, 2015)

٨/٣/٢ الخواتم الذكيةRings Smart :

وتمثل الخواتم الذكية هي الأخرى أحد الأجهزة القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية، ومن أمثلتها خاتم Motiv Ring الذي انتجته شركة موتيف San Francisco, California) Motiv) والذي يتم ارتداؤه على إصبع المستخدم لمراقبة النشاط العام، ونمط النوم، ومعدل ضربات القلب، ويتيح تطبيق الخاتم للمستخدمين تتبع أهدافهم، وتعديلها مع حفظ البيانات في Google Fit أو . Apple Health (Ajami & Teimouri, 2015)كما أنتجت شركة Kickstarter عام ٢٠١٥ الخاتم الذكي "كورا Oura Ring "والذي يمكن ارتداؤه في إصبع اليد والمصنوع من التيتانيوم والذي بإمكانه توفير بيانات عن نمط النوم، واكتشاف التغيرات الطفيفة في درجة حرارة جسم الإنسان، وقياس معدل ضربات القلب، والفاصل الزمني بين النبضات، وعدد الخطوات وغيرها، وتتزامن البيانات الصادرة من هذا الخاتم مع تطبيق مثبت في الهاتف الذكي لحفظ البيانات ومشاركتها، ومن المفارقة أن العام الذي شهد فيه إطلاق هذا الخاتم هو نفسه العام الذي تم إطلاق ساعة أبل لأول مرة وقد اكتسب هذا الخاتم زخما واسعًا في مبيعاته خلال فترة وباء كورونا. (خضر،٢٠٢٢)؛ (البوابة العربية للأخبار التقنية،٢٠٢٠).

٩/٣/٢ الأساور الذكيةSmart Bracelets :

وهي أجهزة يتم ارتداؤها غالبًا على معصم اليد، ويشبه ساعة اليد أو الطوق الذي يرتدى على رقبة الإنسان، وتستخدم في مجال الرعاية الصحية، ومن أمثلتها سوار Ava Women الذي أنتجته شركة "إيفا" ومقرها ولايةCalifornia وهو سوار يمكن ارتداؤه ليلاً فقط، ويساعد النساء على تتبع دوراتهن بشكل طبيعي لفهم المزيد عن خصوبتهن وحملهن وصحتهن بشكل عام(Ajami & Teimouri, 2015) . ومن أمثلتها أيضا طوق Current Health الحاصل على تصريح معتمد من قِبل

إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية (FDA) والقادر على تتبع حركة المريض ودرجة حرارته، ومدى تشبع الدم بالأكسجين، وقياس معدل التنفس والنبض ويمكن استخدامه في المنازل والمستشفيات، وغالبًا ما يستخدم جهاز Current Health من قبل المرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة، مثل مرض الانسداد الرئوي المزمن وفشل القلب (Ajami & Teimouri, 2015). وقد طور خبراء أمريكيون سوارا ذكيا يشبه جلد الإنسان مصنوع من مادة البوليمين polyimine يعمل مثل لوحة دائرة كهربائية قابلة للتمدد، يمكن ارتداؤه على معصم اليد أو الرقبة ويمكن تشكيله ليرتديها الإنسان على أي جزء من جسمه، يمكنه جمع بعض البيانات الحيوية لصحة الإنسان، مثل: قياس درجة حرارة الجسم، ومراقبة معدل ضربات القلب، وعدد الخطوات . (Shi,2020, p.1,2) وابتكرت شركة Apollo Neuro سوارًا ذكيًا يشبه ساعة اليد، يتم ارتداؤه على المعصم أو الكاحل، وهو مفيد للأشخاص الذين يعانون من حالات التوتر الحاد، والقلق والاكتئاب، والألم المزمن، واضطراب فرط الحركة، ونقص الانتباه والتوحد، حيث يقوم الجهاز بإصدار اهتزازات خفيفة تدرب الجهاز العصبي على إعادة التوازن والتعافي. (البوابة العربية للأخبار التقنية،٢٠٢١)

١٠/٣/٢ الخوذات والأقنعة الذكية Smart helmets and visors :

تمثل الخوذات والأقنعة الذكية هي الأخرى أجهزة حوسبة قابلة للارتداء، ويمكن الإفادة منها في الرعاية الصحية للإنسان، ومن أمثلتها ما قام به باحثون دنماركيون من تصميم خوذة استخدمت كعلاج لمرضى الاكتئاب؛ وذلك بما توفره من إعادة تنشيط الأجزاء المشاركة في الاكتئاب، والشفاء السريع للمرضى عن طريق نقل النبضات الكهربائية الضعيفة إلى مخ الإنسان، حيث تعمل النبضات الكهربائية على تنشيط الشعيرات الدموية عن طريق محاكاة آلية لتشكيل أوعية دموية جديدة. وقد أجريت اختبارات سريرية لهذه الخوذة شملت ٦٥ مريضا يعانون من الاكتئاب في الدنمارك ونيوزيلاندا وقد وُجد أن معظم المرضى بعد ٧ أيام حققوا نتائج أفضل في اختبار الاكتئاب ممن أكملوا العلاج باستخدام هذه الخوذة Top 10 medical). wearables,2020) وإضافة إلى الخوذات الذكية توجد أقنعة ذكية يمكن ارتداؤها

على الوجه، ويمكن من خلالها الوصول المستمر إلى البيانات الفسيولوجية الطبية بطريقة غير جراحية. كما تفيد في تحليل معدل التنفس والكشف عن أية أمراض منقولة عبر الهواء الذي يتم استنشاقه، عن طريق مراقبة الهواء المحيط بمن يرتديها، وتنبههم بصورة مستمرة بوجود أية جزيئات ضارة محمولة في الهواء، وبإمكان هذه الأقنعة أن تلعب دورًا مهما ومفيدًا في اكتشاف المصابين بفيروس كوفيد-١٩ (مستقبل واعد للأجهزة القابلة للارتداء في الرعاية الصحية،٢٠٢١).

١١/٣/٢ الجواربات الذكيةSmart socks :

يتم تجهيز الجواربات الذكية بأجهزة استشعار يمكنها التحكم في المشي، ويستخدم كأداة لمساعدة كبار السن الذين يعانون من صعوبة المشي، ويمكن استخدام الجوارب كأداة تدريب لمساعدة الأطفال الذين يتعلمون المشي، ويمكن أن تمنع الجوارب الذكية الإصابات المحتملة أثناء المشي. بالإضافة إلى ذلك يمكن للرياضيين استخدامها لتعديل التمرين، ويتم إرسال البيانات المسجلة في أجهزة الاستشعار لاسلكيًا إلى المستخدم عن طريق الكمبيوتر أو الهاتف المحمول، وبعد ذلك يمكن تحليلها من خلال برنامج تطبيقي. ومن أمثلته Owlet وهو جورب ذكي يسمح للآباء للتحقق من صحة أطفالهم باستخدام تطبيق الهاتف المحمول، ويمكنه قياس معدل ضربات القلب، ومستوى الأكسجين، ودرجة حرارة الجلد، ونوعية النوم، ووضعية النوم، ويمكن أن تساعد في تحديد متلازمة الموت المفاجئ للرضع (Ajami & Teimouri, 2015) .

١٢/٣/٢ الأحذية/ النعال الذكيةSmart shoes :

وهي من الأجهزة التي يمكن الإفادة بها في مجال الرعاية الصحية كذلك، ومن أمثلتها الحذاء الذكي Rapid Rehab الذي صممه باحثون في جامعة "يوتا" الحكومية بالولايات المتحدة الأمريكية، والذي يستخدم في تصحيح تشوهات الحركة وإصلاحها للأشخاص المصابين بكسر في القدم أو مفصل الفخذ أو الساق

الاصطناعية. بالإضافة إلى ذلك فهي تساعد في معرفة أنماط مشي الناس، وتظهر البيانات المقدمة بواسطة النعل الذكي على المستخدمين عبر الهواتف الذكية لاسلكيًا، ويمكن لأخصائي العلاج الطبيعي أو المستخدمين تصحيح الحركة، ويمكن استخدام هذه التكنولوجيا كواحدة من الطرق الفعالة لإعادة تأهيل المصابين بكسر في العظام أو شلل مؤقت في الساقين (Ajami & Teimouri, 2015) . كما قام العالم الأمريكي Linh Leعلى تطوير نعل ذكي قامت شركة Bonbouton ومقرها نيويورك بتصنيعه وبيعه ، ويتم ارتداء المنتج داخل زوج عادي من الأحذية ويستخدم أجهزة استشعار لتتبع التغيرات في الضغط ودرجة حرارة الجلد، والالتهابات المصاحبة للأشخاص المصابين بمرض السكري، ومن خلال تحليل هذه البيانات يمكن أن يحدد النعل ما إذا كان الالتهاب على وشك الحدوث، ثم يقوم بإخطار المستخدم عبر تطبيق الهاتف الذكي، ويمكن للبرنامج أيضًا اقتراح أفضل مسارًا للعمل، ويمكنه تنبيه الأطباء أو أفراد الأسرة بشأن المشكلات التي يكتشفها (Top10medical wearables,2020).

١٣/٣/٢ سماعات الرأس والأذن الذكيةSmart headphones and earbuds :

تم تقديم سماعات للرأس وسماعات للأذن بأنماط مختلفة، تحتوي على أجهزة استشعار مدمجة، لقياس المؤشرات الحيوية للصحة مثل معدل ضربات القلب، وتشبع الأكسجين، ودرجة الحرارة. وقد طورت شركة Yono Labs مؤشرًا للخصوبة عند النساء يُوضع داخل الأذن ويستخدم خوارزميات ذكية لمراقبة الخصوبة وتسجيل الدورة الشهرية، والتنبؤ بالإباضة (Top 10 medical wearables,2020) . كما تم تصميم جهاز للتشخيص الآلي لانقطاع النفس الانسدادي النومى، حيث يحتوي هذا الجهاز على مستشعر قابل لإعادة الشحن، يثبت بالقرب من أنبوب الرياح في الجزء السفلي من الرقبة، ويقوم بجمع إشارات وبيانات عن القلب والجهاز التنفسي للمرض ويرسلها لاسلكيًا إلى الهاتف أو النظام (ساينى،٢٠٢٢).

١٤/٣/٢ الحلقان الذكيةSmart Earring :

من التطبيقات والنماذج الممثلة له ذلك الحلق الاصطناعي الذي أنتجه باحثون صينيون والذي يساعد الأشخاص البكم في التحدث، وهو قادر على تحويل حركات الحلق المقلدة بلا ضجيج إلى أصوات مثل الكلمات "موافق" و "لا". وعلى الرغم من أن هذه التقنية ليست منتجًا جاهزًا للسوق بعد، إلا أن الباحثون يأملون أن يتمكن العملاء في النهاية من شراء الجهاز واستعادة القدرة على التحدث (Top 10 medical wearables,2020) .

١٥/٣/٢ الشاشات المثبتة على الرأسHead-mounted monitors :

وهي شاشات تستخدم لتوصيل المعلومات مباشرةً إلى عين الشخص، وبعضها يمكن أن يجلب المستخدم لعالم افتراضي آخر، والبعض الآخر يستخدم لتسجيل الصور ومقاطع الفيديو أو العثور على معلومات على الإنترنت ومع تطور العقل والتكنولوجيا من الممكن أن تصل قدرة هذه الشاشات على تحسين رؤية الأشخاص الذين يعانون من قصور في الرؤية أو لزيادة مجال الرؤية للأشخاص الذين لديهم رؤية مناسبة مما يسمح له برؤيةٍ عالية الدقة (Top 10 medical wearables,2020) .

١٦/٣/٢ الكاميرات الذكية Smart cameras :

مثل كاميرا Owlet Baby Care التي انتجتها شركة Owlet بالولايات المتحدة الأمريكية، ويمكن للأطفال والرضع ارتداؤها حيث يمكنها تعقب معدلات ضربات القلب، ومستويات الأكسجين، وقياس نمط النوم، كما أن لديها إمكانات لبث الصوت والفيديو لأغراض المراقبة، ويتم تتبع منتجات Owlet عبر تطبيق الجوال وتقدم تقارير أسبوعية عن حالة الطفل (Ajami & Teimouri, 2015).

١٧/٣/2 المجوهرات الذكيةSmart jewelry :

تمزج المجوهرات الذكية بين الموضة والتكنولوجيا وتؤدي هذه المجوهرات دورا مشابهًا لدور الأجهزة القابلة للارتداء، لأنها قريبة من الجلد والجسم. وتستخدم المجوهرات الذكية في تجميع البيانات الضرورية التي تصف الحالة العاطفية للإنسان،

علاوة على قابليتها تضمين أجهزة استشعار فسيولوجية، وأجهزة استشعار بيئية، وكاميرات، ومعدات إلكترونية أخرى (صبري، المنسوجات الالكترونية).

٣/٠ الدراسة الميدانية

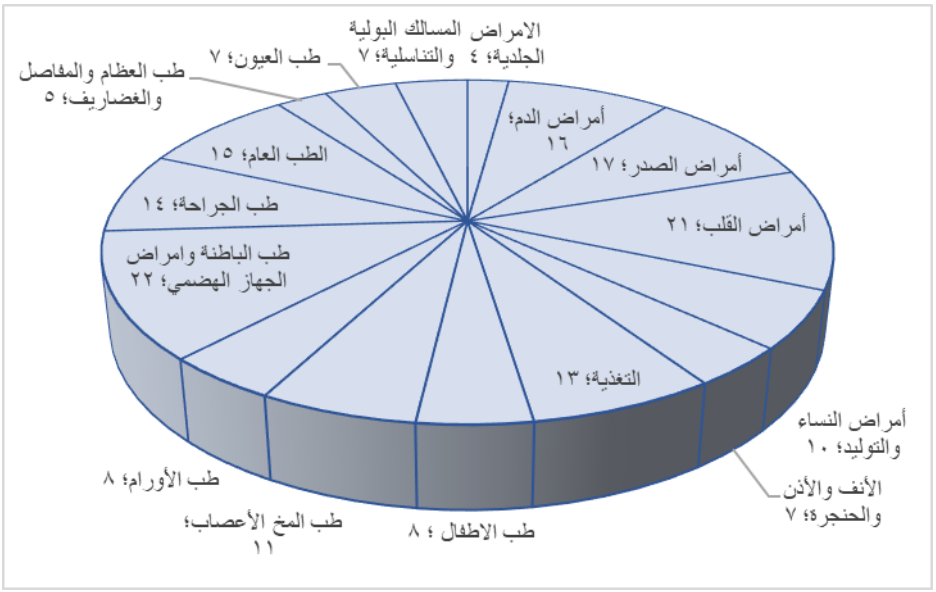
٣/١ المحور الأول: البيانات العامة لعينة الدراسة

جدول رقم (٢) البيانات العامة لعينة الدراسة

المتغيرات	الفئات	التكرار	النسبة المئوية
النوع	ذكر	١٣٢	٧١,٣٥
	أنثى	٥٣	٢٨.٦٥
السن	من ٢٥ –٣٥	٣٥	١٨.٩٢
	من ٣٦ – ٤٥	٦٥	٣٥.١٣
	من ٤٦ – ٥٥	٥٣	٢٨.٦٤
	أكبر من ٥٦	٣٢	١٧.٣١
مكان العمل	حضر	١٤٠	٧٥.٦٨
	ريف	٤٥	٢٤.٣٢

يتضح من الجدول السابق أن نسبة المشاركات من الأطباء الذكور أكبر من الطبيبات، حيث بلغت نسبة الذكور ٧١.٣٥٪، بينما بلغت نسبة الإناث ٢٨.٦٥٪ من العينة البالغ عددها ١٨٥ طبيب وطبيبة. بلغت أعلى المشاركات من الفئة العمرية من ٣٦–٤٥ سنة بنسبة ٣٥.١٣٪، يليها الفئة العمرية من ٤٦–٥٥ سنة بنسبة ٢٨.٦٤٪، يليها الفئة العمرية من ٢٥–٣٥ سنة بنسبة ١٨.٩٢٪، ثم الفئة العمرية أكبر من ٥٦ سنة بنسبة ١٧.٣١٪، ولعل السبب في احتلال الفئة العمرية من ٣٦–٤٥ ومن ٤٦– ٥٦ أعلى المشاركات أن الأطباء في هذا السن ربما أتموا دراستهم العليا ويكون اهتمامهم الأكبر بكل ما هو جديد في المجال الطبي لتخصصهم، وأن لديهم خبرة في استخدام الأجهزة القابلة للارتداء. بلغت النسبة الأعلى للمشاركات للأطباء الذين يعملون في الحضر بنسبة ٧٥.٦٨٪، بينما بلغت نسبة من يعملون في الريف ٢٤.٣٢٪ وربما يرجع ذلك لأن من يعملون في بيئة حضرية ربما يعتمدون على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء بشكل أكبر ممن يعملون في البيئة الريفية. بلغت أعلى المشاركات من التخصصات التالية طب الباطنة والجهاز الهضمي، وأمراض القلب،

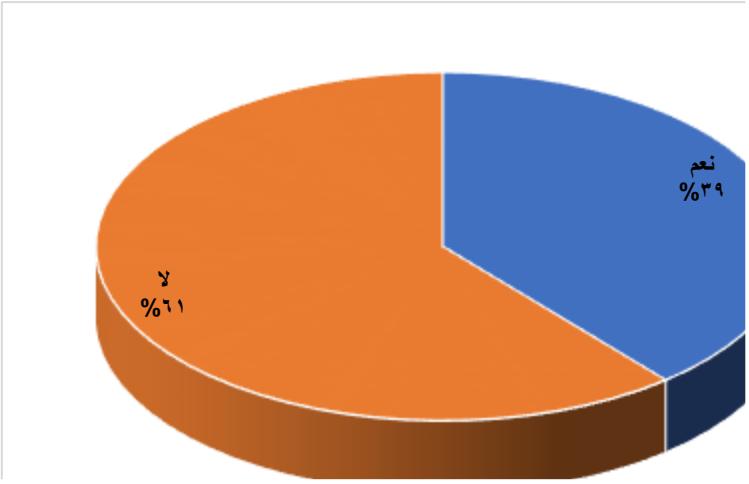
وأمراض الصدر، وأمراض الدم، والطب العام، وطب الجراحة، والتغذية كما هو موضح في الشكل التالي، ولعل السبب في ذلك أن الأطباء في هذه التخصصات من أكثر المهتمين بتلك التكنولوجيا ويعتمدون على بياناتها في متابعة مرضاهم.



شكل (٥) توزيع عينة الدراسة وفقا لتخصصاتهم

- التواصل مع المرضى بواسطة الأجهزة القابلة للارتداء بشكل عام

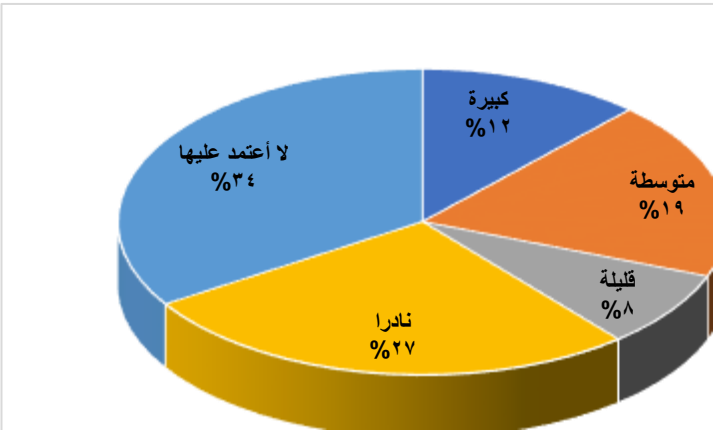
بسؤال الأطباء عن تواصله مع المرضى بواسطة جهاز قابل للارتداء أم لا، أجاب ٧٢ بنسبة ٣٩٪ منهم بنعم، بينما أجاب ١١٣ بنسبة ٦١٪ بلا، لذا يجب الانتباه لهذه النتيجة جيدا فهي تعني أن وعي الأطباء بأهمية بيانات تلك الأجهزة بحاجة الى مزيد من الاهتمام والتركيز عليها ويظهر ذلك في الشكل التالي:



شكل (٦) يوضح تواصل الأطباء مع أحد المرضى بواسطة جهاز قابل للارتداء

– درجة اعتماد الأطباء على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء

وبسؤال الأطباء عن درجة اعتمادهم على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء في تشخيص وعلاج المرضى، أجاب عدد ٦٣ طبيب بـ "لا أعتمد عليها" بنسبة ٣٤٪، يليه عدد ٥٠ طبيب أجابوا "نادرا" بنسبة ٢٧٪، ثم عدد ٣٥ طبيب أجابوا "متوسطة" بنسبة ١٩٪، ثم عدد ٢٢ طبيب أجابوا "كبيرة" بنسبة ١٢٪، وأخيرا عدد ١٥ طبيب أجابوا "قليلة" بنسبة ٨٪، كما هو موضح بالشكل التالي.



شكل (٧) يوضح درجة اعتماد الأطباء على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء

وقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة عمر محمد صالح علي (٢٠١٨) التي أكدت الدراسة أن معظم الدول العربية تعاني من عدم الاستفادة المثلى من الإمكانات المادية، والتقنية المتوفرة لتقديم رعاية صحية متكاملة، تتميز بالذكاء الاصطناعي، وسرعة الاستجابة في الوقت الحقيقي. ويرى الباحثان أنه بعد جائحة كوفيد – ١٩ أصبحت هناك حاجة أكبر لإبداع الأطباء ومهاراتهم الفريدة في حل المشكلات أكثر من أي وقت مضى. وستسمح تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي بما فيها من تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء في بعض التخصصات الطبية للأطباء بالتركيز على ما يجعلهم أطباء جيدين. ويرى (Mesko, 2020) أن هناك ما لا يقل عن عشرة تخصصات طبية ستزدهر وتستفيد أكثر من غيرها من الثورة التكنولوجية وهي:

– **الممارس العام:** ستزوده أجهزة الاستشعار والأجهزة القابلة للارتداء بجميع البيانات اللازمة لتقديم الرعاية عبر الهاتف الذكي للطبيب، وبذلك يصبح من الممكن تقديم مشورة علاجية بسيطة عن بُعد.

– **طب الأطفال:** يمكن لأطباء الأطفال الوصول إلى كمية هائلة من البيانات لتشخيص وعلاج الأطفال وهم في رحم الأم قبل الولادة. على الرغم من كونها مثيرة للجدل، إلا أن تقنية تعديل الجينات CRISPR تبشر بعصر جديد لهذا التخصص، حيث أن التقدم في التكنولوجيا يعد بمعالجة معظم الحالات الوراثية.

– **الأشعة:** بدأت خوارزميات التعلم العميق والذكاء الاصطناعي في الظهور في مجال التصوير الطبي مؤخرًا. وقد تفوقت أنظمة الذكاء الاصطناعي التي أنشأتها DeepMind من Google على أطباء الأشعة في الكشف عن سرطان الثدي.

– **طب وجراحة العيون:** في الواقع، سيوفر هذا التخصص الطبي تقنيات الخيال العلمي للمرضى في المستقبل القريب. حيث توجد بالفعل زرع الشبكية والعيون الإلكترونية التي تعيد الرؤية لمن فقدها، كما تعد أيضاً تقنية CRISPR بنتائج واعدة في طب العيون.

– **الطب الرياضي والتأهيل:** ركز أول إصدار من الأجهزة القابلة للارتداء تتبع النشاط بشكل كامل للأشخاص الذين يمارسون الرياضة بانتظام. الآن، هناك جيل جديد من الأجهزة المصممة للرياضيين المحترفين يوفر رؤى تفصيلية لأنماط الحركة، بما يوفر لأطباء الطب الرياضي بيانات ملموسة لقياس كيفية تحسن الرياضيين. في المستقبل القريب، سيتم دمج أجهزة التتبع هذه في الملابس التي نرتديها.

– **الأورام:** يقوم أطباء الأورام بالفعل بتخصيص العلاجات بناءً على الخلفية الجينية للمرضى والتركيب الجزيئي لأورامهم. وعن طريق التكنولوجيا القابلة للارتداء سيتمكن الأطباء من القدرة على تصفية الخلايا السرطانية من عينات الدم، وتشخيص وتحليل الأورام في وقت مبكر وبدون جراحة مكلفة.

– **الأمراض الجلدية:** يمكن أن يستفيد هذا المجال أيضًا من مساعدة الذكاء الاصطناعي. حيث حقق نهج التعلم الآلي الخاص بشركة IBM لتشخيص سرطان الجلد دقة تصل إلى ٧٦٪، متفوقًا على دقة ٧٠.٥٪ لأطباء الجلد البشري.

– **أمراض الجهاز الهضمي:** يركز هذا الفرع من الطب على الجهاز الهضمي واضطراباته، لذا فهم يريدون حقًا معرفة ما يحدث داخل بطنك من أجل مساعدتك. أمكن عن طريق الأجهزة القابلة للارتداء مساعدة الأطباء لرؤية ما بداخل الجهاز الهضمي للمريض عن طريق جعلهم يبتلعون كاميرا بحجم حبة الدواء، هذا ممكن بالفعل مع الابتكار المسمىPillCam .

– **علم الأوبئة:** في جائحة COVID-19، ساعدت تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء كل من مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها، ومنظمة الصحة العالمية في نشر خدمة التطبيب عن بعد لمراقبة المرضى وتقليل مخاطر انتشار الفيروس.

– **الجراحة:** ستصبح الجراحة أكثر اعتمادًا على البيانات والروبوتية والذكاء الاصطناعي في المستقبل. حيث تقدم الصحة الرقمية تعاونًا مذهلاً بين البشر

والتكنولوجيا، والذي يمكن أن يرفع مستوى الدقة والكفاءة في العمليات الجراحية إلى درجة عالية لم نشهدها من قبل.

٢/٣ المحور الثاني: ما دوافعك للاعتماد على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء

جدول رقم (٣) دوافع الأطباء (عينة الدراسة) للاعتماد على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء

الدافع	التكرار	النسبة
– تحديد حالات تفشي الأمراض والأوبئة المحلية المحتملة	٥٧	٣٠.٨
– تحسين دقة التشخيص	٢٠	١٠.٨
– المشاركة الفورية للبيانات	٩٥	٥١.٤
– رعاية كبار السن وتسهيل حياتهم ودعم استقلاليتهم ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد	١١٣	٦١.١
– مراقبة الحالة الصحية للمرضى	١٥٧	٨٤.٩
– تقديم دعم متقدم لصنع القرار	٥٣	٢٨.٦
– تشخيص أسرع وأكثر دقة	٤٣	٢٣.٢
– لتحليل العلاجات السابقة وتشخيص الأعراض وتقليل الأخطاء وتحسين إدارة المرض المستمرة	٦٧	٣٦.٢
– تقليل التكاليف التشغيلية لمكاتب الأطباء والمستشفيات	٦٥	٣٥.١
– توفير رعاية طبية أفضل	٨٨	٤٧.٦
– الاكتشاف المبكر للمشكلات الصحية	١٠٢	٥٥.١
– خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية	٧٠	٣٧.٨
– إرسال استغاثات في حالات الخطر	١٤٠	٧٥.٧
– التنبؤ باحتمال الوفاة	١٥	٨.١
–غير ذلك	–	–

من الجدول السابق يتضح أن المراتب الأولى لدوافع الأطباء (عينة الدراسة) عند استخدام الأجهزة القابلة للارتداء تمثلت فيما يلي: مراقبة الحالة الصحية للمريض بنسبة ٨٤.٩٪، تليها إرسال إستغاثات في حالات الخطر بنسبة ٧٥.٧٪، تليها رعاية كبار السن وتسهيل حياتهم ودعم استقلاليتهم ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد بنسبة ٦١.١٪، ثم الاكتشاف المبكر للمشكلات الصحية بنسبة ٥٥.١٥٥.١٪، ثم خفض

لمشاركة الفورية للبيانات بنسبة ٥١.٤٪، ثم توفير رعاية طبية أفضل بنسبة ٤٧.٦، ثم خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية بنسبة ٣٧.٨.

أما المراتب الأخيرة للدوافع فتمثلت فيما يلي: لتحليل العلاجات السابقة وتشخيص الأعراض وتقليل الأخطاء وتحسين إدارة المرض المستمرة بنسبة ٣٦.٢٪، ثم تقليل التكاليف التشغيلية لمكاتب الأطباء والمستشفيات بنسبة ٣٥.١٪، ثم تحديد حالات تفشي الأمراض والأوبئة المحلية المحتملة بنسبة ٣٠.٨٪، ثم تقديم دعم متقدم لصنع القرار بنسبة ٢٨.٦٪، ثم تشخيص أسرع وأكثر دقة بنسبة ٢٣.٢٪، ثم تحسين دقة التشخيص بنسبة ١٠.٨٪، وأخيرا التنبؤ باحتمال الوفاة بنسبة ٨.١٪.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Ismael,2023) التي أكدت على أن الأهداف الأساسية لهذه الأجهزة تكمن في مراقبة الصحة والسلامة، وإدارة الأمراض المزمنة وتشخيصها وعلاجها وإعادة التأهيل. ودراسة (Nahavandi, et al., 2022) التي أكدت على دور الأجهزة القابلة للارتداء في تشخيص الأمراض، ومراقبة المرضى، ورعايتهم في الوقت الفعلي. ونتائج دراسة (Sheikh, et al., 2021) في أهمية استخدام الأجهزة القابلة للارتداء في المراقبة المستمرة لصحة الإنسان في الوقت الحقيقي خاصة المرضى الذين يعانون من أمراض مزمنة. ودراسة هرون بوالفول (٢٠٢١) والتي أشارت إلى الأهمية البالغة لاستخدام هذه التقنية في المجال الطبي وفي مراقبة المرضى وتتبعهم عن بعد، وتوفير رعاية طبية أفضل والوصول بالرعاية الصحية إلى كفاءة تشغيلية أكثر، وتحسين إدارة الموارد البشرية، والاكتشاف المبكر للمشكلات الطبية، وإخطار الطوارئ وإعادة التأهيل. ودراسة (Lu L, et al.,2020) التي صنفت الأجهزة القابلة للارتداء إلى ٤ مجالات تطبيق: (١) مراقبة الصحة والسلامة، (٢) إدارة الأمراض المزمنة، (٣) تشخيص الأمراض وعلاجها، (٤) إعادة التأهيل. ودراسة بني عرابة، سعيد بن سلطان (٢٠١٩) التي أكدت على أن استخدام هذه الأجهزة يؤدي إلى خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية. ودراسة نهلة حسن على (٢٠١٩) في الدور الذي يمكن للتكنولوجيا القابلة

للارتداء أن تلعبه في رعاية كبار السن، وتسهيل حياتهم وأنشطتهم اليومية، ومساعدتهم المستمرة في الاعتماد على أنفسهم، ودعم استقلاليتهم حيث يمكن استخدام أجهزة الاستشعار، والتتبع لرصد وظائفهم الحيوية، ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد، وإرسال استغاثات في حالات الخطر. ودراسة (Nasir & Yurder, 2015) التي كشفت عن أهمية الأجهزة القابلة للارتداء في التعامل مع المشكلات الصحية وأنها تسمح للأطباء بتحديد عوامل الخطر بالتشخيص والتدخل المبكر والعلاج الوقائي للمرضى، إضافة إلى أنها تمكن المرضى من متابعة حالتهم الصحية والحفاظ عليها من التدهور المفاجئ.

٣/٣ المحور الثالث: أي من الأجهزة القابلة للارتداء التالية التي يمكن أن يعتمد على بياناتها

جدول رقم (٤) الأجهزة القابلة للارتداء التي يمكن أن يعتمد على بياناتها الأطباء (عينة الدراسة)

الجهاز	التكرار	النسبة
– الساعات الذكية	١٦٤	٨٨.٦٪
– الملابس الذكية	١٠	٥.٤٪
– اللاصقات الذكية مثل Cyrcadia Breast Monitor	٥٢	٢٨.١٪
– المجوهرات الذكية	–	–
– الأجهزة الذكية القابلة للزرع	–	–
– الأحزمة الذكية تحت الملابس	–	–
– الخواتم والأساور والأقراط الذكية	–	–
– الكاميرات الذكية	٢٣	١٢.٤٪
– أجهزة ملتصقة بالأجهزة المحمولة	١٣٤	٧٢.٤٪
– الخوذات الذكية	–	–
– الجوارب الذكية	–	–
– الأحذية الذكية	–	–
– أجهزة داخل الأذن	–	–
– الشاشات المثبتة على الرأس	١٧	٩.٢٪
–لا يوجد	–	–

من الجدول السابق يتضح أن أكثر الأجهزة التي يمكن للأطباء (عينة الدراسة) أن يوصي بها للمرضى، وأن يعتمد على بياناتها هي الساعات الذكية وجاءت بنسبة ٨٨.٦٪، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى سهولة استخدامها بالإضافة إلى قلة تكلفتها وسعة انتشارها وتوفرها في الأسواق. ثم أجهزة ملتصقة بالأجهزة المحمولة بنسبة ٧٢.٤٪، ثم اللاصقات الذكية بنسبة ٢٨.١٪، يليها الكاميرات الذكية بنسبة ١٢.٤٪، فالشاشات المثبتة على الرأس بنسبة ٩.٢٪، وأخيرا الملابس الذكية بنسبة ٥.٤٪. ولم يتم اختيار باقي الأجهزة ربما لحداثتها وعدم معرفة الأطباء (عينة الدراسة) بها أو بكيفية استخدامها أو لتكلفتها الباهظة. وقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (, . Loucks, et al 2022) التي استعرضت فائدة الأجهزة القابلة للارتداء والساعات الذكية في مجال الرعاية الصحية ومدى الإقبال المستمر على شرائها واستخدامها خاصة بعد ظهور COVID-19 بين فئات متعددة من المرضى، خاصة أن بعض الساعات الذكية الآن تتميز بأجهزة استشعار بصرية تقيس باستمرار الاختلافات في حجم الدم وتكوينه باستخدام تقنية تسمى التصوير الضوئي. وكذلك دراسة (Al-Maroof, et al., 2021) التي هدفت إلى قياس مدى قبول المستخدم للساعة الذكية للأغراض الطبية، وقد أظهرت النتائج أن إدراك سهولة الاستخدام والفائدة المتصورة تؤثر بشكل كبير على تبني وقبول الساعات الذكية في المجال الطبي.

- هل تطلب من المرضى متابعة أي مما يلي باستخدام هاتفه الذكي او أحد الأجهزة السابقة

جدول رقم (٥) استخدامات الأطباء (عينة الدراسة) للأجهزة القابلة للارتداء

الاستخدام	التكرار	النسبة
-الوزن	٤٥	٢٤,٣٪
-حرق السعرات الحرارية	٥٧	٣٠,٨٪
-مسافة المشي أو الركض	٢٣	١٢,٤٪
-عدد الخطوات	٣٤	١٨,٤٪
-الأكل المتناول	٢٣	١٢,٤٪
-نبضات القلب	١٤٥	٧٨,٤٪
-ضغط الدم	٢٠	١٠,٨٪
- إجراء اختبارات المسحة	١٢٥	٦٧,٦٪
- قياس نسبة الأكسجين في الدم	١٣٧	٧٤,١٪
-لا شيء	١٧	٩,٢٪
-أخرى (يرجى التحديد)	-	-

من الجدول السابق يتضح أن أعلى استخدام للأجهزة القابلة للارتداء جاء في قياس نبضات القلب بنسبة ٧٨.٤٪، ولعل ذلك يرجع لدقة بيانات تلك الأجهزة في قياس نبضات القلب. جاء بعدها قياس نسبة الأكسجين في الدم بنسبة ٧٤.١٪ وإجراء اختبارات المسحة بنسبة ٦٧.٦٪ وذلك يرجع لأن الأجهزة القابلة للارتداء تعتبر من الأشياء التي لجأ إليها الأطباء منذ انتشار كوفيد-١٩ للحصول على بيانات اختبارات المسحة ونسبة الأكسجين في الدم عن بعد لمنع انتشار العدوى. يليها بيانات حرق السعرات الحرارية بنسبة ٣٠.٨٪، ثم بيانات الوزن بنسبة ٢٤.٣٪، ثم بيانات عدد الخطوات بنسبة ١٨.٤٪، فبيانات مسافة المشي أو الركض وكذلك بيانات الأكل المتناول بنسبة ١٢.٤٪، وربما السبب في قلة نسب هذه البيانات في أنها تكون مطلوبة من بعض التخصصات الطبية على سبيل المثال تخصص التغذية. جاء بعد ذلك بيانات ضغط الدم بنسبة ١٠.٨٪ ولعل السبب في ذلك أن معظم الأطباء لا تثق في دقة بيانات الأجهزة الرقمية لقياس ضغط الدم، وتعتمد دائما على جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي. وأخيراً فإن هناك نسبة ٩.٢٪ من الأطباء لا تعتمد على بيانات تلك الأجهزة، وهذا يدل على عدم الثقة في بياناتها. وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة (Loucks, et al., 2022) التي أكدت أن الأغراض الطبية التي تستخدم فيها هذه

النوعية من الاجهزة متعددة، مثل مراقبة ضربات القلب، وضغط الدم، وفقدان الوزن، واللياقة البدنية، وقياس نسبة الأكسجين في الدم. ودراسة (Zhou,2022) التي أظهرت نتائجها أنه يمكن استخدام الأجهزة القابلة للارتداء المراقبة المستمرة لمعدل ضربات القلب للمرضى للذين خرجوا من المستشفى. ودراسة (Mehta, et al., 2020) التي هدفت إلى معرفة مدى تبني وقبول وتصور أطباء القلب لبيانات أجهزة تتبع اللياقة البدنية، ودور الجهاز القابل للارتداء للتنبؤ واتخاذ القرارات السريرية لمرض قصور القلب.

٤/٣ المحور الرابع: مميزات وعيوب الأجهزة القابلة للارتداء

ما مميزات بيانات الأجهزة القابلة للارتداء؟

جدول رقم (٦) مميزات الأجهزة القابلة للارتداء

الميزة	التكرار	النسبة
- تتسم بحداثة معلوماتها	١٨٠	٪٩٧,٣
- تقديم التفاعل المتبادل بين الأطباء ومرضاهم	٧٢	٪٣٨,٩
- اختصار الكثير من الجهد والوقت والتكلفة	٦٦	٪٣٥,٧
- تتسم بالسهولة والسرعة في الوصول الى أي مكان والحصول على كميات ضخمة من البيانات عن المرضى	١١٢	٪٦٠,٥
- تحسن من اتخاذ القرار والتشخيص والعلاج من خلال اكتشاف الأنماط في بيانات المريض	١٠٧	٪٥٧,٨
- تسهيل متابعة ومراقبة المرضى في منازلهم ورعايتهم في الوقت الفعلي	١٨٠	٪٩٧,٣
- أخرى (اذكر)		

من الجدول السابق يتضح ما يلي: اتفقت عينة الدراسة من الأطباء بنسبة ٩٧.٣٪ على أن البيانات والمعلومات المقدمة من الأجهزة القابلة للارتداء تتسم بالحداثة، كما أنها تسهل على الأطباء متابعة ومراقبة مرضاهم في منازلهم ورعايتهم في الوقت الفعلي. جاء بعد ذلك ميزة أنها تتسم بالسهولة والسرعة في الوصول الى أي مكان والحصول على كميات ضخمة من البيانات عن المرضى بنسبة ٦٠.٥٪. ثم ميزة أنها تحسن من اتخاذ القرار والتشخيص والعلاج من خلال اكتشاف الأنماط في

بيانات المريض بنسبة ٥٧.٨٪. وأخيرا جاءت ميزة تقديم التفاعل المتبادل بين الأطباء ومرضاهم، وكذلك اختصار الكثير من الجهد والوقت والتكلفة بنسبة ٣٨.٩٪، نسبة ٣٥.٧٪ على التوالي، ولعل السبب في ذلك يرجع للتكلفة العالية لبعض تلك الأجهزة أو لصعوبة استخدامها، وأنها تحتاج إلى تدريب المرضى وبالأخص المرضى كبار السن عليها، حتى يتمكن الأطباء من الحصول على بيانات دقيقة وتحقق مزاياها بفاعلية. وقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (Trauth & Browning, 2022) التي أكدت الدراسة على الدور الذي تلعبه هذه التقنيات في تتبع السلوكيات التي تؤثر على صحتنا الجسدية والعقلية والإنتاجية وتحليلها وتعديلها بشكل لم يسبق له مثيل، وكيف أثرت تطبيقات الصحة المحمولة، وأجهزة تتبع الصحة واللياقة البدنية وحتى الطب عن بُعد على المستخدمين لها في كيفية اتخاذ القرارات الصحية وتوقيتها وعلى من نستشيره (أو لا نستشيره). وكذلك دراسة (Nahavandi, et al., 2022) التي عددت فوائد ومزايا التطبيقات في هذا المجال الحيوي ما بين تشخيص الأمراض ومراقبة المرضى ورعايتهم في الوقت الفعلي. ودراسة (Tyagi, 2021) التي أكدت أن استخدام هذه التقنية أثبتت فاعليتها في مجال الرعاية الطبية ومتابعة المرضى، كما أن هذه التقنية سهلت للأجهزة الطبية الحصول على كميات كبيرة من البيانات، وإعطاء نظرة ثاقبة على الأعراض والاتجاهات حول الأمراض، وتسهيل الرعاية عن بُعد وإعطاء المرضى مزيدًا من القدرة على متابعة شكواهم الطبية. بينما اختلفت معها في التفاعل المتبادل بين الأطباء ومرضاهم. ربما لتلقى المرضى القدر الكافي من التدريب على تلك الأجهزة بما يدعم هذا التفاعل.

- ما عيوب الأجهزة القابلة للارتداء؟

جدول رقم (٧) عيوب الأجهزة القابلة للارتداء

العيب	التكرار	النسبة
– آلام الجسم نتيجة الاستخدام الدائم لها	٢٤	١٣٪
– التهابات الجسم	٢٠	١٠.٨٪
– تشنجات اليد نتيجة الاستخدام لوقت طويل	٤٥	٢٤.٣٪
– الإدمان، حيث أصبح الإنسان مدمناً على استعمال هذه الأجهزة وعدم مفارقتها أبداً	١٥٥	٨٣.٨٪
– قد تشكل خطرًا على الأمان أو خصوصية البيانات الصادرة عنها	١٣٠	٧٠.٣٪
– البيانات المستمدة منها غير دقيقة وغير موثوق بها	٩٠	٤٨.٧٪
– زيادة التوتر النفسي والعصبي	١٤٠	٧٥.٧٪
– أخرى (اذكر)	–	–

من الجدول السابق يتضح أن أكثر عيوب الأجهزة القابلة للارتداء هو الإدمان، حيث يصبح الإنسان مدمناً على استعمال هذه الأجهزة وعدم مفارقتها أبداً (سواء مرضى أو متعافين)، وجاءت بنسبة ٨٣.٨٪ ولعل السبب في ذلك أنها مثل التقنيات الحديثة المرتبطة بالإنترنت والتي يؤدي كثرة استعمالها إلى إدمانها، لذا يجب تقنين استخدامها حتى لا يتعرض مستخدميها للإدمان وكذلك لزيادة التوتر النفسي والعصبي كلما تغيرت قراءة البيانات المستمدة منها، كما ورد في العيب الثاني في الرتبة بنسبة٧٥.٧٪. ثم جاء العيب الثالث وهو قد تشكل خطرًا على الأمان أو خصوصية البيانات الصادرة عنها بنسبة ٧٠.٣٪، لذا يجب أن تتم عمليات تخزين بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء عبر الخوادم بطريقة آمنة ومشفرة. ثم جاء عيب أن البيانات المستمدة منها غير دقيقة وغير موثوق بها، بنسبة ٤٨.٧٪ وربما يرجع ذلك إلى أن هذه الأجهزة حديثة ومازالت في مرحلة البحث والتطور والتخوف من كل ما هو جديد، بالإضافة إلى أن بيانات هذه الاجهزة قد تكون غير دقيقة في حال تم ارتداؤها بطريقة غير صحيحة. وأخيرا جاءت العيوب التالية وهي أنها تسبب تشنجات اليد نتيجة الاستخدام لوقت طويل، وآلام الجسم نتيجة الاستخدام الدائم لها، والتهابات الجسم بنسبة ٢٤.٣٪، و١٣٪، و١٠.٨٪ على التوالي، وهذا يرجع لأن الشركات المصنعة لتلك الأجهزة تحمل على عاتقها توفير عنصر الأمان والراحة لمستخدميها للثقة في منتجاتهم. وقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (Loucks, et al., 2022) التي استعرضت بعض أوجه القصور لهذه النوعية من الاجهزة في المجال الطبي وهي أن بعض الأطباء يشعرون بنوع من عدم الثقة في البيانات الواردة من هذه الاجهزة، وقد

يقع المرضى الذين يستخدمون هذه الاجهزة بكثرة وبشكل دائم فريسة للتوتر العصبي والنفسي، كما أن هناك أيضا مخاوف تتعلق بخصوصية البيانات الصادرة عن هذه الاجهزة ومشاركتها، إضافة إلى ذلك فجميع الأجهزة المتصلة بجسم الإنسان هي في حقيقتها أجهزة تكنولوجية قد تكون معرضة كمثيلاتها لخطر تهديدات الأمن السيبراني واختراقها. ودراسة (Sheikh, et al., 2021) التي أكدت أنه نظرا لأن معظم الأجهزة القابلة للارتداء تنطوي على تفاعلات مع البشرة فقد تواجه البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار للتشويه والضوضاء. ودراسة (Bostancı, 2015) التي أكدت أن العديد من هذه الأجهزة تلعب أدوارًا مهمة في تشخيص وعلاج الحالات الطبية المختلفة. إلا أن التحديات والتهديدات التي تشكلها هذه التقنيات هي مسألة أخرى مثيرة للقلق يجب أن تؤخذ في الحسبان، وتتراوح هذه التهديدات من خصوصية البيانات إلى مشاكل البيانات الضخمة كآثار سلبية لهذه التقنيات.

٥/٣ المحور الخامس: معوقات استخدام الأجهزة القابلة للارتداء

جدول رقم (٨) معوقات استخدام الأجهزة القابلة للارتداء

العائق	التكرار	النسبة
– تحتاج إلى الكثير من التدريب على استخدامها	**143**	٧٧.٣٪
– باهظة الثمن	**115**	٦٢.٢٪
–تسبب مشكلات صحية تعوقني من ارتدائها	٣٠	١٦.٢٪
–غياب معايير الصناعة	٢١	١١.٤٪
– عدم قبول البعض تلك الأجهزة	٩٢	٤٩.٧٪
– اخرى من فضلك اذكرها	–	–

من الجدول السابق يتضح أن أكثر معوقات استخدام الأجهزة القابلة للارتداء من وجهة نظر الأطباء (عينة الدراسة) هي أنها تحتاج إلى الكثير من التدريب على استخدامها، وأنها باهظة الثمن بنسبة ٧٧.٣٪، و٦٢.٢٪ على التوالي. ثم جاء عائق عدم قبول البعض لتلك الأجهزة بنسبة ٤٩.٧٪، وهذا في الأغلب ربما يكون من قبل المرضى كبار السن. ثم عائق أنها تسبب مشكلات صحية تعوق ارتدائها بنسبة

١٦.٢٪، وربما ذلك يكون من قبل مرضى حساسية الجلد لأن بعضها يلاصق جلد المريض. وأخيرا جاء عائق غياب معايير الصناعة بنسبة ١١.٤٪. وقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (Ismael,2023) بأن هناك الكثير من المعوقات والتحديات التي تمثل عقبة في سبيل تحقيق الإفادة القصوى منها والتي تتلخص في الموثوقية والقبول والخصوصية وغياب معايير الصناعة. وكذلك دراسة (Ometov, et al., 2021) التي أكدت أنه بالرغم من وجود تحديات مهمة لاستخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء ألا أنها سوف تكون لبنة أساسية في أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستقبلية. ودراسة (Lu L, et al., 2020) التي أقرت بأن صناعة الأجهزة الطبية القابلة للارتداء تواجه حاليًا العديد من القيود المهمة التي تمنع المزيد من استخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء في الممارسة الطبية، مثل الصعوبات في تحقيق حلول لمشكلات الاستخدام، ومخاوف تتعلق بالأمان والخصوصية، ونقص معايير الصناعة، ومختلف التحديات التقنية الأخرى. ودراسة (Nasir & Yurder, 2015) بأن هناك عوامل أخرى تؤثر على استخدام وقبول هذه التقنيات فيما يعرف بنظرية المخاطر المتصورة لفهم سلوك المستخدمين وهي تتعلق بالخسائر المحتملة عند السعي لتحقيق النتيجة المرجوة، وتتمثل إجمالا في مخاطر الأداء، والوقت، والمخاطر المالية والمخاطر النفسية، والاجتماعية، ومخاطر الخصوصية، والأمان.

٦/٣ سبل التغلب على المعوقات: وجدت العديد من العوامل لتمكين استخدام الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في الرعاية الطبية منها:

- دعم السياسات، والأمن السيبراني، والتخطيط الاستراتيجي الدقيق، والسياسات الشفافة داخل مؤسسات الرعاية الصحية.

- عقد دورات تدريب وتوعية بالأجهزة القابلة للارتداء للأطباء والمرضى.

– توفيرها بأسعار مناسبة وتثقيف المرضى بمميزاتها.

– تطويرها لجعلها أكثر سهولة في الاستخدام وأكثر دقة في البيانات.

٤/٠ النتائج والتوصيات

٤/١ النتائج:

١– الأجهزة الطبية القابلة للارتداء تعد واحدة من أكثر المجالات الواعدة، فهذه الاجهزة الذكية لا تساعد فقط الأشخاص في اتباع نمط حياة أكثر صحة، بل توفر أيضًا تدفقًا مستمرًا لبيانات الرعاية الصحية لتشخيص الأمراض وعلاجها.

٢– الأجهزة القابلة للارتداء لديها القدرة على توفير بيانات مفيدة للمرضى، وخاصة للمرضى الذين يعانون من حالات طبية مزمنة، وكبار السن.

٣– جاءت أعلى نسبة من المشاركات للأطباء الذكور بنسبة الذكور ٧١.٣٥٪، كان أكثرهم من الفئة العمرية من ٣٦ – ٤٥ بنسبة ٣٥.١٣ %، وكانت النسبة الأكبر ممن يعملون في بيئة حضرية.

٤– بلغت أعلى المشاركات من التخصصات التالية طب الباطنة والجهاز الهضمي، وأمراض القلب، وأمراض الصدر، وأمراض الدم، والطب العام، وطب الجراحة، والتغذية.

٥– بلغ عدد الأطباء (عينة الدراسة) ممن يتواصلون مع المرضى بواسطة جهاز قابل للارتداء ٧٢ بنسبة ٣٩٪، بينما عدد ١١٣ بنسبة ٦١٪ لا يعتمدون على تلك الأجهزة في التواصل مع مرضاهم.

٦– جاءت درجة اعتماد الأطباء (عينة الدراسة) على بيانات الأجهزة القابلة للارتداء في تشخيص وعلاج المرضى، إلى عدد ٦٣ طبيب أجابوا بـ "لا أعتمد عليها"

بنسبة ٣٤٪، يليه عدد ٥٠ طبيب أجابوا "نادرا" بنسبة ٢٧٪، ثم عدد ٣٥ طبيب أجابوا "متوسطة" بنسبة ١٩٪، ثم عدد ٢٢ طبيب أجابوا "كبيرة" بنسبة ١٢٪، وأخيرا عدد ١٥ طبيب أجابوا "قليلة" بنسبة ٨٪.

٧- تمثلت المراتب الأولى لدوافع الأطباء (عينة الدراسة) لاستخدام الأجهزة القابلة للارتداء فيما يلي: مراقبة الحالة الصحية للمريض بنسبة ٨٤.٩٪، تليها إرسال إستغاثات في حالات الخطر بنسبة ٧٥.٧٪، تليها رعاية كبار السن وتسهيل حياتهم ودعم استقلاليتهم ومتابعة حالتهم الصحية عن بعد بنسبة ٦١.١٪، ثم الاكتشاف المبكر للمشكلات الصحية بنسبة ٥٥.١٪، ثم المشاركة الفورية للبيانات بنسبة ٥١.٤٪، ثم توفير رعاية طبية أفضل بنسبة ٤٧.٦، ثم خفض مراجعات المريض الدورية للمستشفى، وارتياد العيادات الطبية بنسبة ٣٧.٨.

٨- أكثر الأجهزة التي يمكن للأطباء (عينة الدراسة) أن يوصي بها للمرضى، وأن يعتمد على بياناتها هي الساعات الذكية وجاءت بنسبة ٨٨.٦٪، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى سهولة استخدامها بالإضافة إلى قلة تكلفتها وسعة انتشارها وتوفرها في الأسواق. ثم أجهزة ملتصقة بالأجهزة المحمولة بنسبة ٧٢.٤٪، ثم اللاصقات الذكية بنسبة ٢٨.١٪، يليها الكاميرات الذكية بنسبة ١٢.٤٪، فالشاشات المثبتة على الرأس بنسبة ٩.٢٪، وأخيرا الملابس الذكية بنسبة ٥.٤٪. ولم يتم اختيار باقي الأجهزة ربما لحداثتها وعدم معرفة الأطباء (عينة الدراسة) بها أو بكيفية استخدامها أو لتكلفتها الباهظة.

٩- أعلى استخدام للأجهزة القابلة للارتداء جاء في قياس نبضات القلب بنسبة ٧٨.٤٪، ولعل ذلك يرجع لدقة بيانات تلك الأجهزة في قياس نبضات القلب. جاء بعدها قياس نسبة الأكسجين في الدم بنسبة ٧٤.١٪ وإجراء اختبارات المسحة بنسبة

٦٧.٦٪ وذلك يرجع لأن الأجهزة القابلة للارتداء تعتبر من الأشياء التي لجأ إليها الأطباء منذ انتشار كوفيد-١٩ للحصول على بيانات اختبارات المسحة ونسبة الأكسجين في الدم عن بعد لمنع انتشار العدوى. يليها بيانات حرق السعرات الحرارية بنسبة ٣٠.٨٪، ثم بيانات الوزن بنسبة ٢٤.٣٪، ثم بيانات عدد الخطوات بنسبة ١٨.٤٪، فبيانات مسافة المشي أو الركض وكذلك بيانات الأكل المتناول بنسبة ١٢.٤٪، وربما السبب في قلة نسب هذه البيانات في أنها تكون مطلوبة من بعض التخصصات الطبية على سبيل المثال تخصص التغذية. جاء بعد ذلك بيانات ضغط الدم بنسبة ١٠.٨٪ ولعل السبب في ذلك أن معظم الأطباء لا تثق في دقة بيانات الأجهزة الرقمية لقياس ضغط الدم، وتعتمد دائما على جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي. وأخيراً فإن هناك نسبة ٩.٢٪ من الأطباء لا تعتمد على بيانات تلك الأجهزة، وهذا يدل على عدم الثقة في بياناتها.

١٠- اتفقت كل عينة الدراسة من الأطباء بنسبة ١٠٠٪ على أن البيانات والمعلومات المقدمة من الأجهزة القابلة للارتداء تتسم بالحداثة، كما أنها تسهل على الأطباء متابعة ومراقبة مرضاهم في منازلهم ورعايتهم في الوقت الفعلي. جاء بعد ذلك ميزة أنها تتسم بالسهولة والسرعة في الوصول الى أي مكان والحصول على كميات ضخمة من البيانات عن المرضى بنسبة ٦٠.٥٪. ثم ميزة أنها تحسن من اتخاذ القرار والتشخيص والعلاج من خلال اكتشاف الأنماط في بيانات المريض بنسبة ٥٧.٨٪.

١١- جاءت ميزة تقديم التفاعل المتبادل بين الأطباء ومرضاهم، وكذلك اختصار الكثير من الجهد والوقت والتكلفة بنسبة ٣٨.٩٪، نسبة ٣٥.٧٪ على التوالي وهي نسب أقل عن باقي المزايا، ولعل السبب في ذلك يرجع للتكلفة العالية لبعض تلك الأجهزة أو لصعوبة استخدامها، وأنها تحتاج إلى تدريب المرضى وبالأخص المرضى

كبار السن عليها، حتى يتمكن الأطباء من الحصول على بيانات دقيقة وتحقق مزاياها بفاعلية.

١٢-اتفقت عينة الدراسة من الأطباء على أن أكثر عيوب الأجهزة القابلة للارتداء هو الإدمان، حيث يصبح الإنسان مدمناً على استعمال هذه الأجهزة وعدم مفارقتها أبداً (سواء مرضى أو متعافين)، وجاءت بنسبة ٨٣.٨٪ ولعل السبب في ذلك أنها مثل التقنيات الحديثة المرتبطة بالإنترنت والتي يؤدي كثرة استعمالها إلى إدمانها، لذا يجب تقنين استخدامها حتى لا يتعرض مستخدميها للإدمان وكذلك لزيادة التوتر النفسي والعصبي كلما تغيرت قراءة البيانات المستمدة منها.

١٣- اتفق نسبة ٤٨.٧٪ من الأطباء عينة الدراسة على أن البيانات المستمدة منها غير دقيقة وغير موثوق بها، وربما يرجع ذلك إلى أن هذه الأجهزة حديثة ومازالت في مرحلة البحث والتطور والتخوف من كل ما هو جديد، بالإضافة إلى أن بيانات هذه الاجهزة قد تكون غير دقيقة في حال تم ارتداؤها بطريقة غير صحيحة.

١٤- أكثر معوقات استخدام الأجهزة القابلة للارتداء من وجهة نظر الأطباء (عينة الدراسة) هي أنها تحتاج إلى الكثير من التدريب على استخدامها، وأنها باهظة الثمن بنسبة ٧٧.٣٪، و٦٢.٢٪ على التوالي.

١٥- جاء عائق عدم قبول البعض لتلك الأجهزة بنسبة ٤٩.٧٪، وهذا في الأغلب ربما يكون من قبل المرضى كبار السن. ثم عائق أنها تسبب مشكلات صحية تعوق ارتدائها بنسبة ١٦.٢٪، وربما ذلك يكون من قبل مرضى حساسية الجلد لأن بعضها يلاصق جلد المريض. وأخيرا جاء عائق غياب معايير الصناعة بنسبة ١١.٤٪.

١٦- أكدت الدراسات أنه بالرغم من وجود تحديات مهمة لاستخدام التكنولوجيا القابلة للارتداء إلا أنها سوف تكون لبنة أساسية في أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستقبلية.

١٧- وجدت العديد من العوامل لتمكين استخدام الأجهزة الذكية القابلة للارتداء في الرعاية الطبية منها: دعم السياسات، والأمن السيبراني، والتخطيط الاستراتيجي الدقيق، والسياسات الشفافة داخل مؤسسات الرعاية الصحية.

٢/٤ التوصيات:

- ضرورة أن تتوافق التكنولوجيا القابلة للارتداء مع الاحتياجات والمتطلبات العامة للبيئة الطبية وبما يخدم الأطباء والمستخدمين على حد سواء، لأن ذلك سوف يؤثر مستقبلا في تحقيق الهدف بعيد المدى وراء استخدامها وانتشارها.

- يجب تطوير التكنولوجيا القابلة للارتداء من خلال إضافة ميزات جديدة أو ترقية الميزات الحالية التي يمكن حتى تكون ذات فائدة كبيرة للممارسين والأطباء والمرضى.

- ضرورة تعزيز الرقابة على صناعة الأجهزة القابلة للارتداء، وصياغة قواعد أمنية محددة لحماية خصوصية وأمن البيانات الشخصية، وتوضيح المسؤوليات والحقوق الطبية ذات الصلة بين الأطباء والمرضى.

- يجب أن تتم عمليات تخزين بيانات الأجهزة الذكية القابلة للارتداء عبر الخوادم بطريقة آمنة ومشفرة الأمر الذي يشغل بال المستخدمين لهذه التقنية.

- يجب زيادة وعي الأطباء بأهمية بيانات الأجهزة القابلة للارتداء، حيث أن هذا المجال المستقبلي في حاجة الى مزيد من الاهتمام والتركيز عليه.

– عقد دورات للأطباء المصريين لزيادة مهاراتهم وتدريبهم على استخدام التقنيات الحديثة في مجال الصحة الرقمية.

– يجب أن تزداد ثقة الأطباء بفائدة بيانات الأجهزة القابلة للارتداء حتى تنتقل هذه الثقة إلى المرضى ويشعروا أن بياناتهم آمنة.

– يجب دعم السياسات، والأمن السيبراني، والتخطيط الاستراتيجي الدقيق، والسياسات الشفافة داخل مؤسسات الرعاية الصحية.

– ضرورة عقد دورات تدريب وتوعية بالأجهزة القابلة للارتداء للمرضى وتدريبهم على استخدامها بالشكل الصحيح الذي يضمن دقة البيانات المستمدة منها.

– يجب أن تأخذ الشركات المصنعة للأجهزة القابلة للارتداء بعين الاعتبار في معايير الصناعة، وتطويرها بالشكل الذي يجعلها أكثر سهولة في الاستخدام، وأكثر دقة في البيانات، وتوفيرها بأسعار مناسبة.

قائمة الاستشهادات المرجعية

أولاً: المصادر العربية:

– بوالفول، هرون (٢٠٢١). "دور انترنت الأشياء (IOT) في تأدية العمل في المجال الصحي مع الإشارة إلى بعض الدول". مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، مج ٨، ع٣ (ديسمبر ٢٠٢١). ص ص ٣٢٠-٣٤١ . متاح على: https://www.asjp.cerist.dz/en/article/178707

– البوابة العربية للأخبار التقنية. تحكم في التوتر مع Apollo Neuro القابل للارتداء. ٢٩، أغسطس، ٢٠٢١. متاح على: https://aitnews.com/2021/05/15

– البوابة العربية للأخبار التقنية. هل يمكن للساعات الذكية المساعدة في الكشف عن كورونا؟ ٢٠٢٠/٤/٧. متاح على: https://www.alarabiya.net/technology/2020/04/07/

– بني عرابة، سعيد بن سلطان. (٢٠١٩). تطبيقات إنترنت الأشياء في المؤسسات الصحية ودورها في تحسين خدمات الرعاية الطبية. أوراق عمل المؤتمر السنوي الخامس والعشرون لجمعية المكتبات المتخصصة فرع الخليج العربي: إنترنت الأشياء: مستقبل مجتمعات الإنترنت المترابطة، أبو ظبي: جمعية المكتبات المتخصصة فرع الخليج العربي ودائرة الثقافة والسياحة، ٤٩٢ – ٥٠٨ . متاح على:

– تشيرش، جيما. أدوات طبية حديثة قد تغني عن طرق العلاج التقليدية. ٧ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٠. متاح على: https://www.bbc.com/arabic/vert-fut-51011868

– حسن، علي وديع. كيف يغير "إنترنت الأشياء الطبية" عالم الرعاية الصحية للأفضل؟ في أبريل ٢٧, ٢٠٢١. متاح على: https://www.menatech.net/

– حسين، نهلة حسن على. (٢٠١٩). دور التكنولوجيا القابلة للارتداء في رعاية كبار السن. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، ع١٦. (يوليو ٢٠١٩). ص ص ٥٧١-٥٩٠. متاح على: https://journals.ekb.eg/article_33582_5fc3daaecd4a1751c51cc39409497968.pdf

– خضر، محسن وداعا للساعات الذكية. بدائل غريبة في مستقبل الأجهزة القابلة للارتداء. الأحد ٤/١٢/٢٠٢٢ . متاح على: https://al-ain.com/article/goodbye-smart-watches-strange-alternatives-future

– ساينس سوفت، الأجهزة الطبية القابلة للارتداء: الاستحداث والاستخدامات والعناصر التقنية . متاح على: https://www.scnsoft.com/ar/healthcare/wearable-medical-devices

– ساياني، بارول، فريق مدونة Webmedy. أهم استخدامات إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية. ١٥ نوفمبر ٢٠٢٢.

- سناجلة، محمد. ثورة قادمة في التكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال الرعاية الصحية العالمي(16/1/2022) .. متاح على: https://1-a1072.azureedge.net/tech/

- صبحي، ميس خالد محمد. الحساسات المرنة القابلة للارتداء WEARABLE SENSORSلقياس تدفق الدم. ٢٠٢٢/٠٢/١٢. متاح على: https://uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=18&newid=9588

- صبري، فؤاد. المنسوجات الالكترونية: مراقبة الصحة الشخصية والكشف عن علامات الإنذار. متاح على: https://books.google.com.eg/books

- على، عمر محمد صالح، (٢٠١٨). تطوير تطبيق باستخدام تقنية انترنت الأشياء (IOT):بالتطبيق على خدمات الرعاية الصحية. اشراف الطيب السماني عبد الجبار (رسالة ماجستير غير منشورة في تقانة المعلومات). جامعة النيلين، الخرطوم. كلية علوم الحاسوب. متاح على: http://repository.neelain.edu.sd:8080/xmlui/handle/123456789/13257?show=full

- عمران، مروة. ما هي الأجهزة القابلة للارتداء؟ بتاريخ ١٧ نوفمبر ٢٠١٩. متاح على: https://www.arageek.com

- مستقبل واعد للأجهزة القابلة للارتداء في الرعاية الصحية: الهواتف الذكية وأجهزة تتبع اللياقة البدنية والساعات الذكية تغير بشكل جذري الطريقة التي نفهم بها صحتنا ولياقتنا الشخصية. ١٤/٠٤/٢٠٢١. متاح على: https://middle-east-online.com/

- مقناني، صبرينة (٢٠٢١). استخدام تقنية انترنت الأشياء في القطاع الصحي ودوره في تنمية المعرفة الصحية. مجلة جامعة الأمير عبد القادر للعلوم الإسلامية – قسنطينة– الجزائر. مج٣٥، ع ٣ (٢٠٢١). ص ص٧٤٨–٧٧٩. متاح على: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/28/35/3/171319

- موكو سمارت. انترنت الاشياء الطبية(2022) . متاح على: https://www.mokosmart.com/ar/iot-medical-industry/

- ندا، أسامة على السيد. (٢٠١٩). إرجونوميكية التقنيات القابلة للارتداء. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، ع١٤، (مارس ٢٠١٩). ص ٣٩، ٤٠. متاح على: https://journals.ekb.eg/article_25767.html

ثانياً: المصادر الأجنبية:

- Ageing and health. (1 October 2022). Available at: https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health
- Ajami, S., & Teimouri, F. (2015). Features and application of wearable biosensors in medical care. Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences, 20(12), 1208. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4766830/pdf/JRMS-20-1208.pdf
- Al-Maroof, R. S., Alhumaid, K., Alhamad, A. Q., Aburayya, A., & Salloum, S. (2021). User Acceptance of Smart Watch for Medical Purposes: An Empirical Study. Future Internet, 13(5), 127. Available at: https://www.academia.edu/71478179/User_Acceptance_of_Smart_Watch_for_Medical_Purposes_An_Empirical_Study
- Al-rawashdeh, Manal and et al. (2022). IoT Adoption and Application for Smart Healthcare: A Systematic Review. Sensors 2022, 22(14), 5377 (19 July 2022). This article belongs to the Special Issue Artificial Intelligence and Internet of Things in Health Applications). Available at: https://www.mdpi.com/1424-8220/22/14/5377
- Amorim, V. J., Oliveira, R. A., & da Silva, M. J. (2020). Recent trends in wearable computing research: A systematic review. arXiv preprint Available at: https://arxiv.org/pdf/2011.13801.pdf?arXiv:2011.13801.
- Benefits Of IoT Wearable Devices In Healthcare. 9 February 2022. Available at: https://www.tektelic.com/expertise/iot-wearable-devices-in-healthcare/
- Benseghier, Narimane, and Hommadi, Khouloud (Co-Author), Djediai, Hmida (Advisor), Said, Bachir (Advisor).(2017). A Remote Monitoring System for E-Health Applications Based on Iot and Cloud Computing. (A magister message that is not published). Kasdi Merbah University – College of Modern Information and Communication Technologies. Algeria. Ouargla. Pp 1-59. Available at: https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/17841/1/BENSEGHIER-HOMMADI.pdf
- Bocas, João (2022). Wearable Technology in Healthcare: What are the Benefits for Patients, Hospitals and Caregivers? Published Nov 2, 2022. Available at: https://www.linkedin.com/pulse/wearable-technology-healthcare-what-benefits-patients-jo%C3%A3o-bocas?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card
- Bostancı, E. (2015), "Medical wearable technologies: Applications, problems and solutions," in; Medical Technologies National Conference

(TIPTEKNO), Bodrum, Turkey, pp. 1-4. Available at: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7374111
- Çiçek, M. E. S. U. T. (2015). Wearable technologies and its future applications. International Journal of Electrical, Electronics and Data Available at: Communication, 3(4), 45-50. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37446358/wearable-libre.pdf
- Cyrcadia Health. ITBRA — THE WEARABLE THAT DETECTS CANCER.2017. Available at: https://clios.com/health/winner/innovation-health-wellness/cyrcadia-health/itbra-the-wearable-that-detects-cancer-31031
- ELCODE: Smart patch for transdermal drug release. Available at: https://www.tecnalia.com/en/technological-assets/elcode-smart-patch-for-transdermal-drug-release
- EMS shows MIMO Baby by Rest Devices, Wins Best Commercialization Award at the IDTechEx Show!(Video).18/2/2016. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=vNeqXqIcP7A
- Fotiadis, D. I., Glaros, C., & Likas, A. (2006). Wearable medical devices. In Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering - 6 Vol. Set.pdf. Available at: Hoboken, NJ, USA: Wiley. https://web.archive.org/web/20170829235246id_/http://engold.ui.ac.ir/~mahnam/IBME/Research/wearable%20medical%20devices.pdf
- Haghi, M., Thurow, K., & Stoll, R. (2017). Wearable devices in medical internet of things: scientific research and commercially available devices. P.5. Available at: Healthcare informatics research, 23(1), 4-15. https://synapse.koreamed.org/articles/1075870
- Hayes, Adam (2022). What Is Wearable Technology (Wearables)? Definition and Examples. Reviewed by THOMAS BROCK. Fact checked by TIMOTHY LI. Updated July 10, 2022. Available at: https://www.investopedia.com/terms/w/wearable-technology.asp
- Ismael M. Voltaire. Justin Peart. And Ann M. Edwards.(2023). Expansion of Remote Medicine and Safety Monitoring Using Wearable Devices. Journal of Multidisciplinary Research, Vol. 15, No. 1, Spring 2023,PP 87–101. Available at: https://jmrpublication.org/wp-content/uploads/2022/11/JMR-151-Spring-2023-1.pdf#page=89
- Kelly, J. T., Campbell, K. L., Gong, E., & Scuffham, P. (2020). The Internet of Things: Impact and implications for health care delivery. Journal Available at: of medical Internet research, 22(11), e20135. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7685921/
- Laforest, Joel. 4 Different Types of Wearable Tech. Available at: https://nirvanium.net/wearable-tech/
- Lim, W. K., Davila, S., Teo, J. X., Yang, C., Pua, C. J., Blöcker, C., ... & Tan, P. (2018). Beyond fitness tracking: the use of consumer-grade wearable data from normal volunteers in cardiovascular and lipidomics research. PLoS Available at: biology, 16(2), e2004285.

https://journals.plos.org/plosbiology/article/file?id=10.1371/journal.pbio.2004285&type=printable

- Loucks, J., Stewart, D., Bucaille, A., & Crossan, G. (2022). Wearable technology in health care: getting better all the time. TMT Predictions. Available at: https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/wearable-technology-healthcare.html

- Lu L, Zhang J, Xie Y, Gao F, Xu S, Wu X, Ye Z (2020). Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. JMIR Mhealth Uhealth. Vol 8, No 11. Available at: https://mhealth.jmir.org/2020/11/e18907

- Mehta, S., Mehta, N., Tang, W.H. et al. (2020) Cardiologists' Perception of Wearable Device Data in Patients with Heart Failure. Society of General Internal Medicine, 35, 940–941. Available at: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11606-019-05390-z.pdf?pdf=button

- Mesko, B. (2020). The Top Medical Specialties with the Biggest Potential in the Future. Available at: https://www.linkedin.com/pulse/top-medical-specialties-biggest-potential-future-mesk%C3%B3-m

- Mitrasinovic, S., Camacho, E., Trivedi, N., Logan, J., Campbell, C., Zilinyi, R., ... & Connolly Jr, E. S. (2015). Clinical and surgical applications Available at: of smart glasses. Technology and Health Care, 23(4), 381-401. https://content.iospress.com/articles/technology-and-health-care/thc910

- Motti, V. G. (2020). Wearable interaction. In Wearable Interaction , Human–Computer Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2020. Interaction Series, book series (HCIS). P. 21-23. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-27111-4_3

- Mukhtar, H., Rubaiee, S., Krichen, M., & Alroobaea, R. (2021). An IoT framework for screening of COVID-19 using real-time data from wearable sensors. International Journal of Environmental Research and Public Health, Available at: https://www.mdpi.com/1660-Volume 18, Issue 8, , 4022. 4601/18/8/4022

- Nahavandi, D., Alizadehsani, R., Khosravi, A., & Acharya, U. R. (2022). Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 19 P. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169260721006155

- Nasir, S., & Yurder, Y. (2015). Consumers' and physicians' perceptions about high tech wearable health products. Procedia-Social and Behavioral Available at: Sciences, 195, 1261-1267. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

- Ometov, A., Shubina, V., Klus, L., Skibińska, J., Saafi, S., Pascacio, P., ... & Lohan, E. S. (2021). A survey on wearable technology: History, state-of-Available the-art and current challenges. Computer Networks, 193, 108074. at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128621001651
- Runkle, J., Sugg, M., Boase, D., Galvin, S. L., & C. Coulson, C. (2019). Use of wearable sensors for pregnancy health and environmental monitoring: Descriptive findings from the perspective of patients and providers. Digital health, Volume 5. Available at: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2055207619828220
- Schroer, Alyssa. 10 Examples of Wearable Technology in Healthcare and Wearable Medical Devices. Nov 15, 2022. Available at: https://builtin.com/healthcare-technology/wearable-technology-in-healthcare
- Schroetter, Jeremy (2014). The Future of Wearable Computing in Healthcare. Available at: https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/the-future-of-wearable-computing-in-healthcare/
- Sharma, A., Singh, A., Gupta, V., & Arya, S. (2022). Advancements and future prospects of wearable sensing technology for healthcare applications. Available at: Sensors & Diagnostics, 1(3), 387-404. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/sd/d2sd00005a
- Sheikh, M. A. Iqbal, Mahgoub, I., Mary, A. L. and Waseem, A. (2021). Advances in healthcare wearable devices. In; npj Flexible Electronics 5:9. 14P. Available at: https://www.nature.com/articles/s41528-021-00107-x
- Shi, C., Zou, Z., Lei, Z., Zhu, P., Zhang, W., & Xiao, J. (2020). Heterogeneous integration of rigid, soft, and liquid materials for self-healable, recyclable, and reconfigurable wearable electronics. Science p.1,2. Available at: advances, 6(45), eabd0202. https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.abd0202
- Tektelic Communications Inc. TEKTELIC eBeat Device Arm Band.2023. Available at: https://www.thethingsnetwork.org/device-repository/devices/tektelic/t0007405-ebeat/
- Thilakarathne, N. N., Kagita, M. K., & Gadekallu, T. R. (2020). The role of the internet of things in health care: a systematic and comprehensive study. Volume-10, International Journal of Engineering and Management Research. Issue-4 (August 2020). Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3690815
- Top 10 medical wearables that enable doctors to care for patients remotely. A range of wearable devices enable doctors to monitor patient data remotely and detect health problems before they escalate. January 3, 2020. Available at: https://blog.richardvanhooijdonk.com/en/top-10-medical-wearables-that-enable-doctors-to-care-for-patients-remotely/
- Trauth, E., & Browning, E. R. (2022). Technologized talk: wearable technologies, patient agency, and medical communication in healthcare

settings. In Research Anthology on Improving Health Literacy Through Patient Communication and Mass Media .pp. 558-587. IGI Global. Available at: https://www.igi-global.com/chapter/technologized-talk/285433

- Trehearn, Carol. Four Types of Medical Technology You Should Know About. November 22, 2021. Available at: https://theavtimes.com/2021/11/22/four-types-of-medical-technology-you-should-know-about/

- Tyagi, Neelam (2021). Internet of Things (IoT) in HealthCare: 6 Types of Advantages and Challenges. (May 17, 2021). Available at: https://www.analyticssteps.com/blogs/internet-thingsiot-healthcare-6-types-advantages-and-challenges

- Wu, M., & Luo, J. (2019). Wearable technology applications in healthcare: Available at: a literature review. Online J. Nurs. Inform, 23(3). https://www.himss.org/resources/wearable-technology-applications-healthcare-literature-review

- Zhou S, Li K, Ogihara A, Wang X.(2022). Perceptions of traditional Chinese medicine doctors about using wearable devices and traditional Chinese medicine diagnostic instruments: A mixed-methodology study.In: Digit Health. Volume 8, May 2022.pp. 1-14. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9134401/pdf/10.1177_20552076221102246.pdf