ISSN:2773-2851 مجلة رصين للدراسات الأنشطة الرياضية وعلوم الحركة
المجلد: 03 العدد: 02 / 25 ديسمبر 2022

التكنولوجيا القابلة للارتداء و تطبيقاتها في مجال التدريب و الأداء الرياضي

Wearable technology and its applications in the field of training and sports performance

بشريف خلادي عبد الرحيم[1]
ايمايل المؤلف المرسل
abderahim.becherif@hotmail.com
[1] **جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم**

تاريخ الاستلام: 2022/12/01 تاريخ القبول2022/12/18 تاريخ النشر2022/12/25

الملخص :

هدفت هذه الدراسة إلى التعريف بالتكنولوجيا القابلة للارتداء و استخداماتها من خلال تحديد ماهيتها و تطبيقاتها في مجال التدريب والأداء الرياضي و ذلك باستخدام منهج تحليل المحتوى، حيث قام الباحث بتحليل مجموعة من الدراسات العلمية التي تطرقت بشكل مباشر أو غير مباشر لدراسة المواضيع العلمية المتعلقة بالتكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال علوم الرياضة عموما و التدريب الرياضي خصوصا.اعتمد الباحث في جمع تلك الدراسات على مجموعة من قواعد البيانات و التي من بينها (springer ، plos ، nature ، mdpi ، frontiersin ، humankinetics)، و تم التوصل إلى انه من بين أهم تطبيقات التكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال التدريب تمثلت في: قياس و مراقبة الأحمال التدريبية، تحليل الأداء الرياضي، التنبؤ والوقاية من الإصابات الرياضية و البحث العلمي في نفس المجال.وبهذا يوصي الباحث كل من المدربين و الباحثين في هذا المجال باستغلال هذه التقنيات للارتقاء سواء بالأداء و الانجاز الرياضي و كذا البحث العلمي.

الكلمات الدالة : التكنولوجيا القابلة للارتداء ، الأجهزة القابلة للارتداء ، التدريب الرياضي ، الأداء الرياضي.

Abstract:

The study aimed to introduce wearable technology and its uses by defining its nature and its applications in the field of training and sports performance, using the content analysis approach.Where the researcher analyzed a number of scientific studies that dealt directly or indirectly with the study of scientific topics related to wearable technology in the field of sports science in general and sports training in particular. In collecting these studies, the researcher relied on a set of databases, including (springer, plos, nature, mdpi, frontiersin, humankinetics). In the end, it became clear that among the most important applications and uses of wearable technology in the field of training were: measuring and monitoring training loads, analyzing sports performance, predicting and preventing sports injuries, and scientific research in the same field. Thus, the researcher recommends both trainers and researchers in This field exploits these technologies to improve both performance and athletic achievement, as well as scientific

research.

Keywords : wearable technology, wearable devices, sports training, sports performance

1- مقدمة وإشكالية:

تعد التكنولوجيا من بين أهم العوامل في التطور الذي تشهده الرياضة بمختلف مجالاتها و لعلى أهم هذه المجالات التدريب الرياضي ، حيث أصبح العامل التكنولوجي جزءا مهما في معادلة الارتقاء بالأداء و الانجاز الرياضي . أصبح التقدم التكنولوجي المتزايد يجلب انتباه العديد من علماء الرياضة و المدربين و الباحثين ممن ينطوون تحت مظلة علوم الرياضة و ذلك لما تتيحه التكنولوجيا من خدمات و تسهيلات سواء في البحث العلمي ، التدريب أو تحليل الأداء الرياضي، و أضحى استخدام التكنولوجيا باختلاف أنواعها منتشرا في العديد من الرياضات سواء الجماعية منها أو الفردية و أصبح هذا الاستخدام ضروريا في الجانب التدريبي و التنافسي ، حيث تشكل تلك التكنولوجيا ميزة تنافسية تفرض على المدربين الاستعانة بها.

إن استخدام التكنولوجيا في المجال الرياضي عموما ليس وليد اللحظة حيث استخدم علماء فسيولوجيا الرياضة العديد من التقنيات التكنولوجية المتقدمة لدراسة التغيرات و التكيفات الفسيولوجية للرياضيين كما استخدم المدربون العديد من المعدات و الوسائل التكنولوجيا للتدريب و استخدم محللو الأداء الرياضي تكنولوجيا الفيديو كوسيلة لتحليل الأداء الرياضي و غيرها من التكنولوجيات المتقدمة، وهذا كله يندرج تحت المفهوم العام و القديم للتكنولوجيا و الذي مفاده " تطبيق المعرفة للوصول إلى أهداف عملية بطريقة محددة وقابلة للتكرار" (Skolnikoff, 1993)

تعتمد اغلب الأجهزة التكنولوجية في تكوينها على شقين أساسيان الشق المادي و المتمثل في العتاد (Hardware) و الشق البرمجي و المتمثل في (Software) و يعد الحجم مؤشرا على التطور الذي شهدته التكنولوجيا في السنوات الأخيرة و بالخصوص حجم الروقاقات الالكترونية ، و ظهور الحواسيب المصغرة مع ارتفاع قدرة و كفاءة تخزين البيانات و سرعة معالجتها مع القابلية للاتصال مع مختلف أنواع الشبكات اللاسلكية (Nahla, 2019) ، و لم يتوقف الأمر عند ذلك الحد حيث لوحظ في السنوات الأخيرة ظهور

مصطلح التكنولوجيا القابلة للارتداء التي تعتمد على تضمين التكنولوجيا في كل ما يمكن ارتداءه. و تشتمل التكنولوجيا القابلة للارتداء على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأجهزة الإلكترونية المناسبة للارتداء على جسم الإنسان خلال فترات زمنية متوسطة إلى طويلة.(Stelvaga & Fortin, 2017) والتي يمكن حملها على الشخص في أي وقت وفي أي مكان تقريبًا. ومن الأمثلة النموذجية على ذلك الهواتف المحمولة و أجهزة مراقبة معدل ضربات القلب لتطبيقات اللياقة البدنية وأجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) (jaana, 2006) و مجموعة أخرى من الأجهزة.

عرفت التكنولوجيا القابلة للارتداء انتشار سريع لاستخدام و اخذ هذا الانتشار بالازدياد خصوصا لدى الفرق الرياضية باختلاف تخصصاتها كما لوحظ استخدام تلك الأجهزة على نطاق واسع شمل معظم الفئات الممارسة للرياضة ، و قد أتاح استخدام هذا النوع من التكنولوجيا للمدربين والباحثين في مجال التدريب الرياضي فرص جديدة من الإمكانات و الخدمات التي تساعد على الوصول إلى معارف جديدة حول التدريب و الأداء الرياضي من خلال كمية و نوعية البيانات التي توفره تلك التكنولوجيا، و كذلك تحسين العملية التدريبية بهدف الرفع من مستوى الأداء و الانجاز الرياضي.

من خلال ما تم التطرق إليه يطرح الباحث التساؤل التالي: ما هي استخدامات التكنولوجيا القابلة للارتداء في مجال التدريب و الأداء الرياضي؟

وفي ضوء التساؤل العام نطرح التساؤلات الجزئية التالية:

- ما هي التكنولوجيا القابلة للارتداء، ما هو تكوينها و أنواعها؟
- ما هي استخدامات التكنولوجية القابلة للارتداء في مجال التدريب و الأداء الرياضي؟

تمثلت أهداف البحث في:

- التعريف بالتكنولوجيا القابلة للارتداء،تحديد مكوناتها وأنواعها.
- التعرف على تطبيقات التكنولوجية القابلة للارتداء في مجال التدريب و الأداء الرياضي.

2- تعريف مصطلحات البحث:

2-1- التكنولوجيا القابلة للارتداء: يشير مصطلح التكنولوجيا القابلة للارتداء إلى الأجهزة الإلكترونية المحمولة التي يمكن ارتداؤها بشكل مريح على جسم المستخدم,(Shen, Wang, Wang, Yuan, Wagberg, & Zhou, 2017).

2-2- التدريب الرياضي: التدريب الرياضي هو عملية مبنية على مبادئ علمية و تربوية ، تؤثر على الأداء الرياضي من خلال القيام بوحدات تدريب مخططة ومنهجية ، مما يسمح بتحقيق أعلى الإنجازات (Ušaj, 2003).

2-3- الأداء الرياضي: الأداء الرياضي هو مزيج معقد من الخصائص التقنية والتكتيكية والفسيولوجية والنفسية / الحركية التي تتطلبها الأنشطة الرياضية المختلفة من أجل تحقيق الانجاز الرياضي (Bangsbo, 2015).

3- التكنولوجيا القابلة للارتداء:

يعود تاريخ الأجهزة الإلكترونية القابلة للارتداء إلى الستينيات عندما قام إدوارد ثورب وكلود شانون بتصميم وتنفيذ واختبار أول كمبيوتر معروف يمكن ارتداؤه مخصص للتنبؤ بأرقام الروليت، وقد أتاح التطور التكنولوجي الأخير بالفعل إنشاء أجهزة إلكترونية صغيرة وخفيفة ، والتي يمكن حملها على الشخص في أي وقت وفي أي مكان تقريبًا (jaana, 2006). تشير مصطلحات "التكنولوجيا القابلة للارتداء" و "الاجهزة القابلة للارتداء" جميعها إلى التقنيات الإلكترونية المدمجة في ملابس الجسم وملحقاته القابلة للارتداء.يمكن لهذه الأجهزة القابلة للارتداء أداء العديد من مهام الحوسبة ، وتعد أكثر تقدمًا من التكنولوجيا المحمولة الموجودة في السوق اليوم ، حيث يمكنها توفير ميزات حسية ومسح ضوئي غير موجودة بشكل شائع في الأجهزة المحمولة وأجهزة الكمبيوتر المحمول.(Rohan, Suraj, & Prashant, 2022)

تأخذ الأجهزة القابلة للارتداء أشكالا كثيرة منها : المنسوجات إلكترونية ، الملابس الذكية و الإكسسوارات المتنوعة و ملحقات أخرى. تعزز المكونات الإلكترونية المضمنة في التقنيات

القابلة للارتداء تلك عن طريق إضافة قدرات لجمع ، معالجة و تحويل البيانات. (Vivian, 2020)

تتكون الأجهزة القابلة للارتداء من مجموعة من الأجهزة الإلكترونية والبرمجيات وأجهزة الاستشعار ، وهي مصممة ليتم ارتداؤها على الجسم ، مع تضمين قدرات جمع البيانات ونقلها ، يمكن تعريفها بأنها " أجهزة كمبيوتر وأجهزة استشعار مصغرة ، يمكن أن يتم ارتداؤها بسهولة وتجمع البيانات عن الشخص الذي يرتدي الجهاز و بيئته. (Knack, Hooren, Advait, & Gunashekar, 2019)

من المزايا المهمة لهذه الأنظمة القابلة للارتداء القدرة على مراقبة الرياضيين في بيئة رياضية حقيقية لتقديم ملاحظات في الوقت الفعلي، وهي ميزة لا يوفرها تحليل الفيديو. علاوة على ذلك ، فهي مصممة لتكون صغيرة وخفيفة الوزن ولاسلكية وغير مزعجة تسمح بالحركات الكاملة أثناء المشاركة في الرياضة. يؤدي هذا إلى إمكانية ملاحظة الرياضيين خارج بيئة المختبر وفي بيئتهم التدريبية. (Yewande, Enrica, & Alison, 2019)

4- تشريح الأجهزة القابلة للارتداء المستخدمة في المجال الرياضي :

4-1-المكونات الأساسية للأجهزة القابلة للارتداء:

وفقًا لمفهوم الأجهزة القابلة للارتداء ، فإن عناصر الاستشعار والتشغيل وتخزين البيانات ومعالجتها ومصادر الطاقة والاتصالات مكونات ضرورية ، كما ان هناك حاجة إلى مصادر الطاقة لتوفير الطاقة لمختلف تلك العناصر، وهناك حاجة إلى تخزين البيانات ومعالجتها ، وتأتي المستشعرات والمشغلات لتكملت حلقة التحكم في النظام (Aroganam, Manivannan, & Harrison, 2019) (jaana, 2006). ومن خلال هذا كله تقسم مكونات الأجهزة القابلة للارتداء إلى مكونين أساسيين:

4-1-1- المكون المادي (Hardware):

- المتحكم الدقيق (microcontroller): يعتبر المتحكم الدقيق المكون الرئيسي الذي يسمح بالتحكم بالجهاز القبل للارتداء ،حيث يمكن اعتباره حاسوب مصغر يمكن برمجته و إعادة برمجته للقيام بوظائف معينة .

- وحدة المعالجة المركزية (processor unit) : هي المكون المسؤولة عن معالجة البيانات التي تم جمعها.حيث يقرأ المعالج بيانات الإدخال ويعالج المعلومات المبرمجة لاتخاذ القرارات وكتابة بيانات الإخراج.
- وحدة مولد الترددات أو المذبذب (oscillator unit): هو ساعة توقيت تقوم بمزامنة جميع البيانات الضرورية.
- وحدة التخزين (Memory unit): هي المكون الذي يسمح بتخزين البيانات لاستخدامها و تتكون الذاكرة من ثلاثة أجزاء:
  - ذاكرة الوصول العشوائي (RAM): التي تفقد البيانات عند فقد الطاقة
  - قراءة الذاكرة فقط (ROM): والتي لا تفقد البيانات عند فقد الطاقة
  - ذاكرة فلاش (flash): حيث يتم برمجة البيانات للتخزين.
- وحدة الاستشعار(sensor unit) : هي المكون الذي يسمح بإدخال او جمع البيانات من البيئة الخارجية .
- وحدة التغذية الكهربائية (power supply unit): هي المكون الذي يقوم بتغذية الأجهزة الأخرى بالطاقة.
- وحدة الاتصال والشبكة (communication and network unit): هي المكون القادر على نقل البيانات عبر اتصال لاسلكي.
- وحدة الإخراج (output unit): هي المكون الذي يظهر عليه نتائج معالجة البيانات التي تم جمعها للمستخدم.

4-1-2- المكون الغير مادي (Software):

- الأنظمة البرمجية (operation systems): وتتمثل في نظام البرمجي الذي يسير الجهاز و يتحكم فيه.
- التطبيقات البرمجية (software application): وتتمثل في مجموعة من الاوامر التي تطبق على النظام البرمجي للقيام بمهام معينة.

— البيانات (data): المعلومات التي يتم استخدامها من طرف البرمجيات و التي يتم جمعها و معالجتها .

2-4- مراحل معالجة البيانات :

تتمثل هذه المراحل حسب (Aleksandr Ometov, 2021) في:

4-2-1- مرحلة جمع البيانات (Data collection):تعد وحدات الاستشعار بمختلف أنواعها هي الوسيلة التقنية لجمع البيانات و المعلومات من البيئة الخارجية، وتختلف تلك البيانات حسب نوع المستشعر و وظيفته.

4-2-2- مرحلة الإعداد للمعالجة (data Pre-processing):المعالجة التامة للبيانات لا تتم على مستوى الجهاز القابل للارتداء ذلك لعدة أسباب من بينها عدم توفر الموارد الحوسبية و التخزينية الكافية التي تتطلبها عملية المعالجة ، لهذا يتم الاكتفاء بتحضير البيانات لمعالجتها ، و يتم ذلك من خلال التخلص من الأخطاء و البيانات المكررة لضمان تصفيت وتنظيم وتنظيف والتحقق من صحت البيانات لتحسين جودتها و كنتيجة لذلك يتم استغراق وقت أقل للمعالجة تلك البيانات لاحقا .

4-2-3- مرحلة نقل البيانات (Data transfer) :تعد مرحلة نقل البيانات جزءًا أساسيًا من مراحل دورة البيانات ، و تعتمد هذه العميلة على وحدات الاتصال و الشبكة لنقل البيانات لاسلكيا لتتم المعالجة على مستوى منصات مختلفة (كتطبيقات الهاتف و برمجيات الحاسوب وغيرها) ، توجد العديد من التقنيات التي يتم من خلالها نقل البيانات و هناك العديد من الجوانب التي يتم أخذها بعين الاعتبار عند استخدام تلك التقنيات من بينها: النطاق،معدل نقل البيانات،استهلاكية الطاقة،نوع الشبكة،و العديد من الخصائص الأخرى.

4-2-4- مرحلة معالجة البيانات (Data processing):تحدث هذه الرحلة بعد نقل البيانات الى المصدر المعالج (المكون الحوسبي) و الذي قد يتمثل في الهاتف الذكي ، الكمبيوتر المحمول ، أو يتم من خلال الحوسبة السحابية. خلال مرحلة معالجة البيانات، يتم تطبيق تقنيات وأساليب مختلفة على بيانات الإدخال للحصول على معلومات مفيدة.

في الوقت الحاضر، يتم تطبيق تقنيات تعلم الآلة على نطاق واسع لتحليل ومعالجة البيانات ، مثل التجميع والانحدار والتصنيف وغيرها من النماذج.

5-2-4- مرحلة تخزين البيانات (Data storage) :في هذه الخطوة الأخيرة من إعداد البيانات ، يتم تخزين البيانات المعدلة لمزيد من التحليل ، والتي يتم استخدامها بعد ذلك بواسطة أنظمة لتحسين عملية صنع القرار و التغذية الراجعة وغيرها من الاستخدامات.

3-4- تقنيات الاتصال المستخدمة في الاجهزة القابلة للارتداء:

يمكن تقسيم تقنيات الاتصال إلى تقنيات نقل البيانات السلكية واللاسلكية (jaana, 2006) ، تشمل تقنيات نقل البيانات الأكثر استخدامًا في الأجهزة القابلة للارتداء على معظم التقنيات التي تعتمد على نقل البيانات لاسلكيا و التي تم تصنيفها حسب (Aleksandr Ometov, 2021) إلى:

1-3-4- تقنيات الاتصال قصيرة المدى(shot-range communication):

- تقنية البلوثوث منخفض الطاقة (Bluetooth Low Energy) أو باختصار (BLE) : تقنية اتصال قصيرة المدى تستخدم بروتوكول الشبكة (PAN) أو ما يعرف بالشبكة الشخصية (Personal Area Network)
- تقنية الوايفاي (Wireless Fidelity) او باختصار (Wi-Fi) : تقنية اتصال قصيرة المدى تستخدم بروتوكول الشبكة (WLAN) او ما يعرف بشبكة الاتصال اللاسلكية المحلية (Wireless Local Area Network)
- تقنية معرف التردد الراديو (Radio Frequency Identification) او باختصار (RFID)

2-3-4- تقنيات الاتصال طويلة المدى(long-range communication):

- تقنية انترنت الأشياء (Internet of Things) أو باختصار (IoT) : تقنية اتصال تستخدم بروتوكول (IP) أو (Internet protocol) وهذا النوع من الاتصالات يعتبر من شبكات الاتصال الواسعة (Wide Area Network)

4-4- أصناف المستشعرات المستخدمة في الأجهزة القابلة للارتداء:

4-4-1- المستشعرات البيوحيوية (biosensor) :

يُعرَّف المستشعر الحيوي بأنه جهاز ينتج إشارة قابلة للقياس تتناسب مع تركيز المادة التحليلية المستهدفة ، وعادةً ما يشتمل على عنصر استشعار بيولوجي وقياس الإشارات المشتقة من التفاعلات البيولوجية (Antunez, Martin, & Voelcker, 2021) ، تقيس المستشعرات البيوحيوية مجموعة من المؤشرات البيولوجية (Strimbu & Tavel, 2010) تندرج تحت المستشعرات البيوحيوية مجموعة من المستشعرات و التي يمكن تصنيفها إلى:

4-4-1-1- المستشعرات الكيمائية(chimical sensor): أجهزة الاستشعار الكيميائية هي الأجهزة التي تحول المعلومات الكيميائية ، بدءًا من تركيز مكون عينة معين إلى تحليل التركيب الكلي ، إلى إشارة مفيدة تحليليًا. (Mandoj, Paolesse, Natale, & Nardis, 2018) ، و ببساطة يمكن اعتبارها أجهزة صغيرة تحول المعلومات الكيميائية (التركيز ، النشاط ، الضغط الجزئي) إلى إشارة قابلة للقياس (Ivaska & Bobacka, 2005) ، تشمل الأمثلة أجهزة مراقبة الجلوكوز وقياسات مستوى اللاكتات ، بالإضافة إلى أجهزة استشعار لقياس هرمونات التوتر في العرق.(Thryve, 2022) .

4-4-1-2- المستشعرات الضوئية (optical sensor): المستشعرات الضوئية هي فئة من الأجهزة التي تستخدم أشكالًا مختلفة من تفاعلات المادة الضوئية لاكتشاف وتحليل وقياس الجزيئات (Cheryl Suwen Law, 2020) ،تستخدم المستشعرات الضوئية الضوء لاكتشاف الإشارات البيولوجية المختلفة مثل معدل ضربات القلب أو تشبع الأكسجين أو ضغط الدم. تستخدم مصادر الضوء مثل مصابيح LED لإصدار الضوء في الجسم. تقوم المستشعرات بعد ذلك بقياس مقدار ما يتم امتصاصه أو انعكاسه للخارج أو تمريره لتحليل الطيفي. بهذه الطريقة يتم قياس تدفق الدم للحصول على بيانات بيولوجية. (Thryve, 2022)

4-4-1-3- المستشعرات الكهربائية (electrical sensor): أجهزة الاستشعار الكهربائية هي أجهزة إلكترونية تستشعر التيار والجهد الكهربائي توفر إشارات لمدخلات أجهزة التحكم أو شاشات العرض المرئية (thomasnet, 2020) ،تستخدم المستشعرات الكهربائية في المقام الأول الإشارات الكهربائية لقياس معدل ضربات القلب أو نشاط الدماغ وتخطيط كهربية

العضلة (EMG) الذي يقيس حركة العضلات و ملصق الجلد الكهربائي المستخدم لقياس مستويات العرق في مراقبة التعرق.(Thryve, 2022)

4-2-4- المستشعرات الحركية أو البيوميكانكية(biomechanical and movement sensors) :

4-2-4-1- المستشعرات الكهروميكانيكية (electro-mechanical sensor)**:** يقوم المستشعر الكهروميكانيكي بتحويل التحفيز الميكانيكي إلى إشارات كهربائية يمكن استخدامها لقياس مختلف المتغيرات الميكانيكية (Nasiri, 2019) ،و تستخدم المستشعرات الكهروميكانيكية القياسات الكهربائية لتتبع الحركات الميكانيكية. كمثال استخدام مقياس التسارع لقياس النشاط البدني. من الأمثلة الأخرى لأجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية وحدات القياس بالقصور الذاتي ، التي تقيس التغيرات الزاوية والتسارع الخطي لسرعة الدوران وتتبع الموقع.(Thryve, 2022)

4-2-4-2- المستشعرات المغناطيسية (magnetic sensor) **:** هو جهاز استشعار يستخدم لقياس قوة واتجاه المجال المغناطيسي في محيط الجهاز (Yong & Qiang, 2019) ، يمكن استخدام البيانات التي تم الحصول عليها من أجهزة الاستشعار المغناطيسية لمراقبة المواقف والاتجاهات والدوران وزوايا الأجسام و وجود التيار الكهربائي وما إلى ذلك. (P. Ripka, 2019)

5- أنواع الأجهزة القابلة للارتداء المستخدم في مجال التدريب و الأداء الرياضي:

5-1- أجهزة قياس و مراقبة الحمل الداخلي:

ستخدم هذه الأجهزة عموما المستشعرات الحيوية المتمثلة في المستشعرات الكيميائية ، المستشعرات الكهربائية و المستشعرات الضوئية وذلك لقياس ومراقبة مجموعة من المؤشرات البيولوجية سواء الفسيولوجية (معدل ضربات القلب، مخطط كهربية القلب (ECG) ، النشاط العصبي للدماغ (EEG) ، النشاط العصبي للعضلة (EMG) ، ضغط الدم) أو البيوكميائية (مستوى اللاكتيك و الغلوكوز في الدم، معدل حموضة الدم ، تحليل العرق). و من بين أهم و أكثر الأجهزة استخداما في مجال التدريب الرياضي:

5-1-1- جهاز مراقبة معدل نبضات القلب:

يعد نبض القلب من بين المؤشرات الفسيولوجية التي لها علاقة ارتباطية مع اهم مكون من مكونات حمل التدريب الا و هو " الشدة " ،ان المقدرة على تتبع معدل ضربات القلب خلال العملية التدريبية يتيح للمدرب امكانية مراقبة الشدة التدريبية في الوقت الفعلي و بالتالي التحكم في مفردات الوحدة التدريبية بدقة. اصبح بالامكان الأن استخدام العديد من الأجهزة القابلة للارتداء و التي تمكن من مراقبة و قياس معدل نبض القلب وإيقاع القلب من خلال جهاز تخطيط القلب الكهربائي (ECG) باستخدام المستشعرات الكهربائية أو جهاز التصوير الضوئي (PPG) من خلال استخدام المستشعرات الضوئية، وذلك عن طريق حساب الفترات الزمنية للنبضات واستخدام الخوارزميات لتصنيف إيقاع القلب، تأتي مستشعرات تخطيط القلب الكهربائي (ECG) بأشكال مختلفة وتعتبر المعيار الذهبي لقياس معدل ضربات القلب (Bayoumy, et al., 2021) يعد مخطط كهربية القلب (ECG) أحد أكثر التقنيات المستخدمة لتوفير معلومات عن عمل القلب من خلال قياس النشاط الكهربائي للقلب و الذي يتم تسجيله عن طريق الأقطاب الكهربائية الموجودة على سطح الجسم. (Dosinas & Vaitkūnas, 2006)

تستخدم طرق الكشف الحديثة مثل أجهزة التصوير الضوئي (PPG) ، تقنية استشعار ضوئية لاكتشاف معدل ضربات القلب مباشرة من الرسغ أو طرف الإصبع عن طريق اكتشاف تغيرات حجم الدم في الأوعية الدموية الدقيقة التي تترجم إلى معلومات عن نبض القلب (Seshadri, et al., 2019). تأتي أجهزة مراقبة معدل نبضات القلب على عدة أشكل ابرزها حزام الصدر ، ساعة او سوار اليد و غيرها من الأشكال .

5-2- أجهزة قياس و مراقبة الحمل الخارجي :

تستخدم هذه الأجهزة المستشعرات البيوميكانكية أو مستشعرات الحركة لقياس ومراقبة أنماط و انواع التحركات التي يقوم بها الرياضي (السرعات ، التسارعات ، تغيير الاتجاهات و غيرها من الحركات التي يقوم بها الرياضي أثناء التدريب او المنافسة) و من بين أهم هذه الأجهزة:

5-2-1- نظام تحديد المواقع:

نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) هو نظام ملاحة تم تطويره في الأصل للجيش ولكنه أصبح متاحًا للاستخدام التجاري. وهو يعتمد على الاتصالات بالأقمار الصناعية التي توفر معلومات تتعلق بالموقع والوقت من خلال تردد أخذ العينات المقاس بالهرتز. يتيح الاتصال بين وحدات القمر الصناعي ونظام تحديد المواقع العالمي تحديد موقع اللاعب مكانيا و زمنيا.يتم دمج وحدات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) مع مجموعة من المستشعرات منها:

- مستشعر التسارع: يسمح بقياس معدل تغير السرعة و توفير المقدرة على قياس أنواع مختلفة من التسارعات (الخطية و الجاذبية).
- مستشعر مغناطيسي: تستخدم لاكتشاف اتجاه الجهاز ، يوفر هذا معلومات تتعلق بالاتجاه الذي يواجهه اللاعبون أو يتحركون فيه.
- مستشعر جيروسكوبي: تسمح بقياس السرعة الزاوية في المستوى المستعرض ، مما يوفر معلومات إضافية حول حركات الرياضيين.

يوفر الجمع بين هذه المستشعرات الثلاثة تحليلًا شاملاً للأداء الرياضي للاعبين (Lim, Sim, & Kong, 2021) ، من خلال توفير بيانات تمكن من التعرف على السرعة الزاوية ، التسارع. يمكن أيضًا استخدام البيانات التي يتم قياسها بواسطة أجهزة الاستشعار الثلاثة للحصول على معلومات حول اتجاه الجسم ، و لتحسين دقة تقدير الاتجاه على مستوى ثنائي الأبعاد ، يتم عادةً الجمع بين الجيروسكوبات ومقاييس التسارع في وحدة القياس المعروفة بـ "وحدة القياس بالقصور الذاتي"(Inertial Measurement Unit) و معروفة بـ (IMU). يتم أيضًا تضمين المستشعرات المغناطيسية داخل وحدة قياس القصور الذاتي (IMU) ليتشكل لدينا وحدة القياس المعروفة بـ "وحدة قياس القصور الذاتي و المغناطيسي (Inertial and Magnetic Measurement Unit) و معروفة بـ (IMMU) ، تسمح هذه الوحدة بتحسين دقة تقدير الاتجاه على ثلاثة مستوى (ثلاثي الأبعاد) (Valentina, Elena, Silvia, & Vannozzi, 2018).

3-5- أجهزة قياس المتكاملة أو متعددة الوظائف:

عبارة عن معدات تقنية تعتمد على تكنولوجيات قابلة للارتداء تحتوي على مجموعة متعدد من تقنيات الاستشعار لتزود المدرب او المحضر البدني ببيانات عن الحمل التدريبي الداخلي و الخارجي للاعبين تأتي مدعمة ببرمجيات و تطبيقات تثبت على الحواسيب او الهواتف الذكية لتوفير إمكانية تتبع و مراقبة مجموعة من المؤشرات البيولوجية و البيوميكانيكة و الحركية للاعبين خلال الوقت الفعلي للوحدة التدريبية أو المنافسة مع إمكانية حفظ تلك البيانات في قواعد للبيانات لتمكين المدرب من تتبع حالة اللاعبين و وضع ملفات شخصية لكل لاعب تحوى معلومات عن حالته البدنية . من بين أشهر الشركات حاليا في السوق العالمي للتكنولوجيات القابلة للارتداء الخاصة بمجال التدريب الرياضي حسب موقع (Data Bridge, 2022) هي شركة Catapult التي توفر أجهزة قابلة للارتداء تحتوي على تقنيات استشعار متعددة مع برمجيات متطورة لمراقبة الأداء الرياضي.

6- استخدامات الأجهزة القابلة للارتداء في مجال التدريب الرياضي :

6-1- قياس و مراقبة الحمل التدريب الداخلي :

تتيح الأجهزة القابلة للارتداء بما تحتويه من تقنيات استشعار متطورة، القدرة على قياس و مراقبة المتغيرات البيولوجية التي تحدث داخل جسم الرياضي ، و تسمح بأخذ قياسات دقيقة لبعض المؤشرات البيولوجية المتعلق بالأداء البدني أثناء العملية التدريبية و خلال الوقت الفعلي للمنافسة و هذا ما لا يمكن لأجهزة المختبر توفيره.

توفر الأجهزة القابلة للارتداء المرتبطة بالمنصات البرمجية الخاصة بها و مثبت في اجهزة الكمبيوتر، إمكانية جمع بيانات عن الحالة البدنية و الفسيولوجية للاعبين و إنشاء قاعدة بيانات مما يمكن المدرب على تتبع فعالية البرنامج التدريبي من جهة و مراقبة تطور لاعبيه من جهة أخرى

تدعم الأجهزة القابلة للارتداء المدرب على تحقيق مبدأ الفروق الفردية من خلال توفير معلومات في الوقت الفعلي عن الحالة البدنية و الفسيولوجية لكل لاعب على حدي مما يتيح للمدرب مراعاة الفروق الفردية للاعبين أثناء تقديم الجرعات التدريبية.

تمكن الأجهزة القابلة للارتداء بمختلف أنواعها من تحديد شدة الحمل التدريبي حسب (Marco & Matthew, 2017) ، من خلال:

- قياس و مراقبة معدلات نبض القلب الخاصة باللاعبين خلال التدريب و المنافسة باستغلال تقنيات الاستشعار (ECG) و (PPG).
- قياس حجم الدم و الأكسدة في الأنسجة العضلية باستغلال تقنية الاستشعار (NIRS).
- قياس النشاط العصبي للعضلات خلال القيام بالجهد البدني باستغلال تقنية الاستشعار(ECG).

2-6- قياس ومراقبة الحمل التدريب الخارجي :

تشير مراقبة حمل التدريب الخارجي إلى تقييم العمل الميكانيكي أو الحركي الذي ينجزه الرياضي ويزود المدرب بقياسات موضوعية للعمل أو الأداء الرياضي المنجز أثناء التدريب أو المنافسة (Halson S. L., 2014)، توفر المستشعرات الدقيقة التي يمكن ارتداؤها ، والمعروفة باسم وحدات القياس بالقصور الذاتي (IMUs) خيارا عمليا مناسبا لقياس الحمل التدريب الخارجي في الرياضات الجماعية (Fox J. L., 2017)،حيث تمكن أجهزة مثل (GPS) المدمجة مع مستشعرات التسارع و المستشعرات المغناطيسية و الجيروسكوبية القابلة للارتداء من تحديد الحمل الخارجي من خلال توفير معلومات عن (Torres-Ronda, 2022) :

- المسافة المقطوعة (المسافة الإجمالية والمسافة النسبية و غيرها من البيانات)
- التسارع (أقصى ، مسافة ، المتوسط و غيرها من المقاييس)
- التباطؤ (أقصى ، مسافة ، المتوسط و غيرها من المقاييس)
- تغير الاتجاه (الإجمالي ، النسبة و غيرها من المقاييس)
- السرعة (الحد الأقصى / الذروة، المتوسط)

— المقاييس الخاص بالنشاط الرياضي التخصصي (بعض المهارات الرياضية كالقفز و ضرب الكرة ...)

3-6- التنبوء و الوقاية من الاصابات :

يسعى علماء الرياضة باستمرار إلى أحدث التقنيات لمساعدة الرياضيين على الأداء بأعلى مستوياتهم مع تقليل مخاطر الإصابة. استخدمت الفرق الرياضية مؤخرًا أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها للتمكن من القياس الكمي للحمل البدني الواقع على جسم الرياضي . وقد سمح جمع مثل هذه البيانات لبعض الفرق بإظهار العلاقة بين للحمل البدني ومعدلات الإصابة (DR, ML, ER, TJ, & Gelet, 2021).

أظهرت العديد من الدراسات إمكانية استغلال البيانات المستمدة من التكنولوجيات القابلة للارتداء من خلال مراقبة الأحمال الداخلية والخارجية للرياضيين أثناء جلسة التدريب و ذلك من أجل التنبؤ بحدوث الإصابات (GB, MA, & A, 2018) ، و يتم تصنيف تلك البيانات إلى أربع مجموعات رئيسية:المتغيرات الفسيولوجية ومتغيرات الحمل الميكانيكي والمتغيرات الحركية والتسارع ومتغيرات السرعة والمسافة بحيث يمكن استخدامها لتحديد العوامل المحتملة للإصابات الرياضية (Caparrós T, 2018)

يمكن للتقنيات القابلة للارتداء جنبًا إلى جنب مع التحليلات أن تساعد في تخفيف المخاطر على اللاعبين من خلال تحديد عوامل حدوث الإصابة والتركيز على الحد من المخاطرها، وذلك باستخدام الأجهزة القابلة للارتداء لتسهيل القياس الكمي للقدرات الوظيفية ذات الصلة بالإصابات الرياضية.(Zadeh, 2021)

4-6- تحليل الأداء الرياضي:

تحليل الأداء هو أحد التخصصات الفرعية لأبحاث علوم الرياضة ، الذي حظي باهتمام كبير للعديد من المدربين ومحللي الأداء و الباحثين و غيرهم على عدة مستويات مختلفة من الأداء (أي اللاعبين الشباب أو شبه المحترفين أو المحترفين) (Gomez-Ruano, SJ, & AS, 2020).

على غرار تقنيات تحليل الأداء الرياضي المستخدمة حاليا و التي تتمثل في تقنيات تحليل الفيديو أو ما يسمى بالتحليل الترميزي الآلي والذي يوفر بيانات نوعية عن الأداء الرياضي خصوصا الأداء الخططي و الحركي، أصبح استخدام التقنيات القابلة للارتداء و أجهزة الاستشعار المدمجة في شكل أجهزة قابلة للارتداء يسمح بتوفير بيانات كمية موضوعية و دقيقة عن الأداء الخططي و الحركي، وتمثلت اغلب استخدامات التكنولوجيا القابلة للارتداء و على رأسها أجهزة (GPS)في مجال تحليل الأداء الرياضي ، حسب (Lutz, Memmert, Raabe, Dornberger, & Donath, 2020) في تصنيف الحركة ، وضع مقاييس و مؤشرات للأداء الرياضي و قياس الأداء الخططي الفردي و الجماعي .

5-6- البحث العلمي :

قدمت التكنولوجيات و أجهزة الاستشعار الذكية القابلة للارتداء والمصغّرة سبلا جديدة في مجال البحث العلمي لعلوم الرياضة ، و من بين أهم المواضيع البحثية التي سمحت التكنولوجيا القابلة للارتداء من تحقيقها و انجازها ، المواضيع المتعلقة بالمتطلبات البدنية لمختلف الرياضات الفرقية منها و الفردية (Montgomery, Pyne, & Mi, 2010) ، حيث سمح استخدام أجهزة مثل جهاز التتبع (GPS)و جهاز مراقبة معدل نبضات القلب القابل للارتداء ، للباحثين من تحديد متطلبات الأداء البدني خلال الوقت الفعلي للمنافسة مما يساعد على وضع مؤشرات دقيقة للأهداف المراد تحقيقها من خلال العملية والبرنامج التدريبي.

7- الخلاصة:

تتمثل الوظائف الأساسية لهذه التكنولوجيا في قياس، مراقبة و تتبع متغيرات الأداء (الحركية ،البيوميكانكية والفسيولوجية) من خلال جمع أصناف مختلفة من البيانات حسب اختلاف تقنيات الاستشعار المستخدمة فيها كما سمح علم تحليل البيانات و الخوارزميات بتمكين هذه التقنيات من القيام بوظيفة أخرى و هي التنبؤ بحدوث الإصابات و بالتالي الوقاية منها.

من خلال ما تم التطرق إليه في هذه الدراسة النظرية يتضح لنا أهمية و دور التكنولوجيا القابلة للارتداء و ذلك لما توفره من استخدامات و تطبيقات عملية في مجال التدريب و

الأداء الرياضي و ما تقدمه من خدمات ، تسهيلات و إمكانيات سواء للمدرب ، المحلل أو الباحث في هذا الميدان، حيث تمكن هذه التقنية المدرب من قياس و مراقبة و تتبع الأحمال التدريبية سواء عند إعطاء الجرعات التدريبي أو خلال المنافسة ، مراقبة الحالة التدريبية للاعبين و كذا الحد من حدوث الإصابات. كما تعد هذه التكنولوجيا من بين أهم الوسائل التقنية المستخدمة في تحليل الأداء الرياضي على غرار تقنيات تحليل الفيديو. و لم يتوقف الأمر عند ذلك الحد بل استخدمت كذلك من طرف الباحثين كوسيلة بحثية لجمع البيانات عن الأداء البدني و الحركي في الأبحاث و الدراسات العلمية في ميدان التدريب الرياضي.

8- الاقتراحات و الفروض المستقبلية:

- ضرورة الاهتمام بالجانب الخاص بالتكنولوجيات الحديثة المستخدمة في مجال التدريب الرياضي
- ضرورة تضمين معارف عن هذا النوع من التكنولوجيات في البرامج التكوينية للمدربين.
- الاستعانة بهذه التقنيات عند القيام بالدراسات و الأبحاث العلمية المتعلقة بمجال التدريب.
- ضرورة استخدام هذه التكنولوجية بغيت القيام بتحاليل دقيقة للأداء الرياضي.
- ضرورة توفير هذا النوع من التقنيات لدى الأندية الرياضية للرفع من المستوى التنافسي.
- ضرورة إجراء دراسات أكثر للوصول إلى معارف جديدة حول الاستخدامات المستقبلية لهذه النوع من التقنية.

9- قائمة المراجع:

1. Aroganam, G., Manivannan, N., & Harrison, D. (2019). Review on Wearable Technology Sensors Used in Consumer Sport Applications. *Sensors* , 1-26.

2. Bangsbo, J. (2015). Performance in sports – With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* , 88-99.
3. Bayoumy, K., Gaber, M., Elshafee, A., Mhaimeed, O., Elizabeth, A, F., et al. (2021). Smart wearable devices in cardiovascular care: where we are and how to move forward. *Nature Reviews Cardiology* , 581–599.
4. Dosinas, A., & Vaitkūnas, M. (2006). Measurement of Human Physiological Parameters in the Systems of Active Clothing and Wearable Technologies. *MEDICINE TECHNOLOGY* , 77-83.
5. Li RT, K. S. (2016). Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Sports Health* , 74-79.
6. Lim, J. Z., Sim, A., & Kong, P. W. (2021). Wearable Technologies in Field Hockey Competitions:A Scoping Review. *Sensors* , 2-24.
7. Mokhinabonu, M., & Yosoon, C. (2018). Review of Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry. *Energies* , 1-14.
8. Nahla, A. H. (2019). The Role of Wearable Technology in Caring for Senior Citizens. *Architecture and Arts and humanistic sciences* , 571-591.
9. Rohan, L., Suraj, G., & Prashant, T. (2022). A STUDY OF WEARABLE COMPUTING AND ITS APPLICATIONS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER ENGINEERING AND APPLICATIONS* , 1-6.
10. Seshadri, D. R., Li, R. T., Voos3, J. E., Rowbottom, J. R., Alfes, C. M., Alfes, C. M., et al. (2019). Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *npj Digital Medicine* , 2-17.
11. Shen, H., Wang, L., Wang, F., Yuan, Q., Wagberg, T., & Zhou, M. (2017). Wearable Carbon Nanotube Devices for Sensing. *Elsevier* , 179-199.
12. Strimbu, K., & Tavel, J. A. (2010). What are biomarkers? *Current Opinion in HIV and AIDS* , 463-466.
13. Valentina, C., Elena, B., Silvia, F., & Vannozzi, G. (2018). Trends Supporting the In-Field Use of Wearable Inertial Sensors for Sport Performance Evaluation: A Systematic Review. *Sensors* , 20-50.
14. Vivian, G. M. (2020). Wearable Technologies: a Roadmap to the Future. *WebMedia* , 3-4.

15. Yewande, A., Enrica, P., & Alison, M. (2019). Exploring the Role of Wearable Technology in Sport Kinematics and Kinetics: A Systematic Review. *Sensors* , 1-26.
16. Stelvaga, A., & Fortin, C. (2017). design pracipl of wearables systems : an iot approach . *international conference on engineering design* (pp. 417-427). vancouver: Institute of Science and Technology (Skoltech).
17. Yong, B., & Qiang, B. (2019). *Subsea Engineering Handbook (Second Edition).* Texas: Gulf Professional Publishing.
18. Ušaj, A. (2003). *A Short Review of the Basis of Sport Training Ljubljana.* Slovenia: Faculty of Sport,.
19. Skolnikoff, E. B. (1993). *The Elusive Transformation: Science, Technology, and the Evolution of International Politics.* New Jersey: Princeton University Press.
20. Antunez, E., Martin, M., & Voelcker, N. (2021). *Porous Silicon for Biomedical Applications.* Australia: Woodhead Publishing.
21. Cheryl Suwen Law, L. F. (2020). *Handbook of Nanomaterials in Analytical Chemistry.* Australia: Elsevier.
22. Ivaska, A., & Bobacka, J. (2005). *Encyclopedia of Analytical Science* . Finland: Elsevier.
23. jaana, h. (2006, 11 24). Electronic Intelligence Development for Wearable Applications. Finlande: Tampere University of Technology.
24. Knack, A., Hooren, S., A. D., & Gunashekar, S. (2019). *Wearable devices: Implications ofgame-changing technologies inservices in Europe.* Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions .
25. Mandoj, F., Paolesse, R., Natale, C. D., & Nardis, S. (2018). *Encyclopedia of Interfacial Chemistry.* Bonn: Elsevier.
26. Nasiri, N. (2019). *Wearable Devices - the Big Wave of Innovation.* London: IntechOpen.
27. P. Ripka, M. A. (2019). *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering.* london: Elsevier.
28. thomasnet. (2020). *Types of Sensors - A Complete Guide*. Récupéré sur thomasnet: https://www.thomasnet.com/articles/instruments-controls/types-of-sensors/
29. Thryve. (2022, 01 04). *An overview of wearable sensors and their implications on health monitoring*. Récupéré sur

https://thryve.health/recent-advances-in-wearable-sensors-for-health-monitoring/

30. Data Bridge. (2022, 6 20). *Global Wearable Devices in Sports Market* –Data Bridge Market research: https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-wearable-devices-in-sports-market