



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
الدراسات العليا / الماجستير

التكنولوجيا والتعلم الحركي



اعداد

أ.م.د. يعقوب يوسف عبد الزهرة

أ.م.د. الهام علي حسون

المحتويات

1.....	مقدمة
2.....	دور التكنولوجيا في تحسين جودة التعلم الحركي
4.....	الأجهزة المستخدمة في التدريب الرياضي وتطبيقاتها في التعلم الحركي
4.....	1. الأجهزة القابلة للارتداء (Wearable Devices)
6.....	2. تطبيقات الهواتف الذكية وتطبيقات تتبع اللياقة
6.....	3. أنظمة تحليل الفيديو وتحليل الأداء
7.....	4. تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز في التدريب (VR/AR)
8.....	الذكاء الاصطناعي في التعلم الحركي
9.....	التكامل بين التكنولوجيا والمدرّب في التعلم الحركي
10.....	التحديات والسلبيات المتعلقة باستخدام التكنولوجيا في التعلم الحركي
12.....	الخاتمة
12.....	التوصيات
13.....	المصادر العربية والاجنبية

مقدمة

تُعد التكنولوجيا في الرياضة من الاتجاهات العلمية الحديثة التي تهدف إلى دمج المعرفة التقنية مع العلوم الرياضية، من أجل تطوير الأداء وتحسين وسائل التدريب والمنافسة، وتطوير الأدوات، وتحسين نوعية الخامات والمواد الرياضية بما يضمن تحقيق أفضل الإنجازات بأقل جهد ووقت وطاقة ممكنة.⁽¹⁾

لقد أسهم التطور التقني في ابتكار معدات رياضية متطورة، وإنشاء ملاعب ومضامير تتوافق مع المعايير العالمية، إضافة إلى تطوير الأنظمة الرقمية المستخدمة في القياس والتحليل، مثل أجهزة التتبع والمراقبة الحيوية. وتساعد هذه التقنيات في ضبط برامج التدريب وفق أسس علمية دقيقة وبما يتناسب مع متطلبات كل لعبة رياضية.⁽²⁾

ولا يقتصر دور التكنولوجيا على تعزيز الأداء فحسب، بل يشمل كذلك حماية الرياضيين من الإصابات، عبر استخدام أجهزة تحليل الحركة، وأنظمة الاستشعار الحيوي، وتقنيات المحاكاة الحاسوبية، التي تساهم في الكشف المبكر عن الأخطاء الفنية أو الإجهاد البدني العالي. وقد أثبتت الدراسات أن هذه الابتكارات تقلل من الإصابات وتدعم الاستشفاء السريع.⁽³⁾

كما تُعد التكنولوجيا ركيزة أساسية في التدريب الحديث القائم على البيانات، إذ يجري تحليل المؤشرات الفسيولوجية والبدنية أثناء الأداء باستخدام تقنيات القياس المتقدمة، مما يساعد المدربين على اتخاذ قرارات تدريبية أكثر دقة. وتُظهر الأدبيات العلمية أن الاعتماد على البيانات الموضوعية يعزز فعالية البرامج التدريبية ويحسن النتائج التنافسية بصورة واضحة.⁽⁴⁾

وفي السياق العربي، تشير الأدبيات التربوية والرياضية إلى أهمية توظيف التكنولوجيا في تطوير بيئات التدريب، وتحسين تصميم الملاعب، وابتكار الأدوات المساندة للأنشطة الرياضية. وتوضح هذه الدراسات أن إدماج التكنولوجيا في العملية التدريبية أصبح ضرورة ملحة لمواكبة التطورات العالمية في الأداء الرياضي.⁽⁵⁾

ظهرت الدراسات الحديثة في علم الحركة الرقمي (Digital Motor Learning)⁶ أن التكامل بين نظم القياس ثلاثي الأبعاد (D Motion Analysis3) والتحليلات القائمة على الذكاء الاصطناعي أحدثت تحولاً جذرياً في فهم بناء المسارات الحركية وتخطيط الحركة. فقد أثبتت الأبحاث أن دمج البيانات الحركية عالية الدقة مع التحليل البيوميكانيكي يرفع من دقة التشخيص التعليمي بنسبة تصل إلى 35% مقارنة بالطرق التقليدية. كما أشارت نتائج دراسات حديثة إلى أن المتعلمين الذين يستخدمون منصات تكنولوجيا تفاعلية يمتلكون معدل ثبات أكبر للمهارات يصل إلى 28% بعد مرور شهر من التعلم.

1- Memmert, D. (2024). Sports Technology. Springer, pp. I–XVIII

2- Memmert, D. (2024). Sports Equipment and Materials for Sport. Springer, pp. 59–83

3- Routledge Handbook of Sports Technology and Engineering, 2019, pp. 112–130.

4- A-Hansen, R. (2017). Sport and Technology. Sport, Ethics and Philosophy, Routledge, pp. 45–58.

5- أبو العلا أحمد عبد الفتاح. (2003). فسيولوجيا التدريب والرياضة. القاهرة، ص 78.

6- Wulf, G. (2016). Optimizing Motor Learning. Human Kinetics.

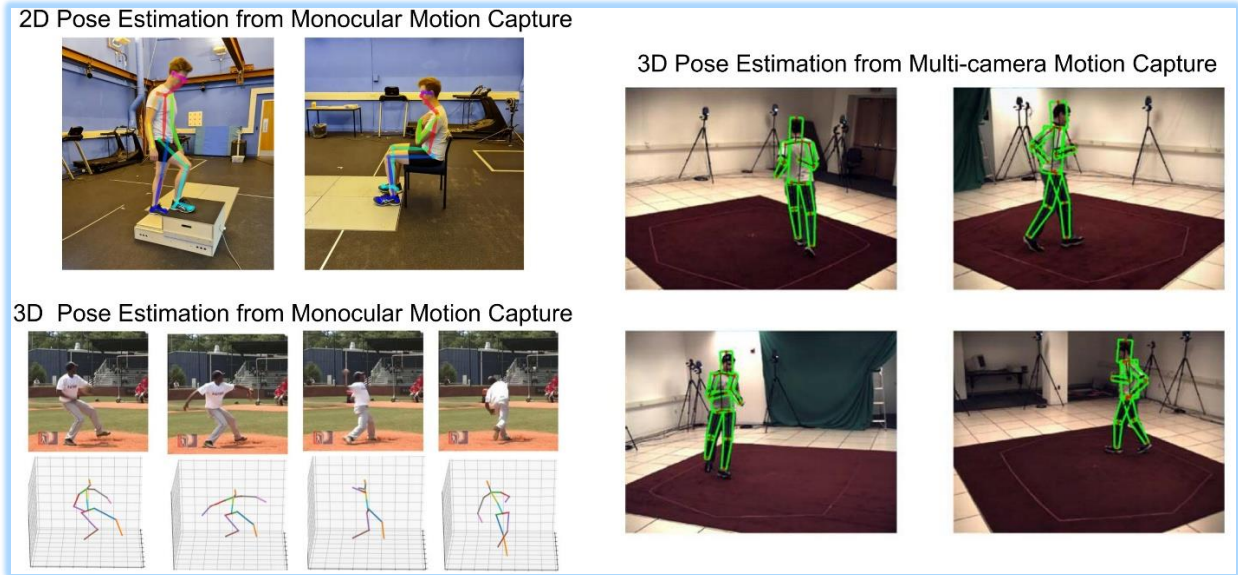
دور التكنولوجيا في تحسين جودة التعلم الحركي

1. التكنولوجيا كركيزة أساسية لتطوير التعلم الحركي (1)

أصبحت التكنولوجيا جزءاً أساسياً في التعلم الحركي، فهي توفر أدوات دقيقة لرؤية الأداء وفهم تفاصيل الحركة، مما يساعد المتعلم على التعلم بسرعة أكبر وتقليل الاعتماد على التقدير الشخصي أو التخمين.

2. القياس الكمي الدقيق كأداة لكشف التفاصيل الخفية (2)

تمكن التكنولوجيا من قياس الحركة بشكل كمي، مثل زاوية المفصل أو سرعة الحركة أو مركز الثقل، مما يجعل تصحيح الأخطاء أكثر وضوحاً ودقة، ويحول التعلم من الشعور الغامض إلى أرقام وحقائق واضحة.



3. الفورية والوضوح في تقديم المعلومة الحركية (3)

تتيح التكنولوجيا تقديم المعلومات فوراً أثناء أداء الحركة، سواء على الشاشة أو بإشارات فورية، مما يساعد الدماغ على تعديل الأداء بسرعة وبناء مسار عصبي صحيح للحركة، ويزيد من وضوح الصورة الحركية لدى المتعلم.

1 - محمد محمود. (2016). *التعلم الحركي: الأسس والتطبيقات*. عمان المسيرة

2 - الخطيب، موفق (2018). *القياس والتقييم في التربية البدنية والرياضة*. عمان: دار المسيرة

3 - Zheng, J. (2021). A Functional Review of Research on Clarity, Immediacy, and Credibility of Teachers.

4. التغذية الراجعة الآتية ودورها في تثبيت التعلم (1)

توفر التغذية الراجعة الفورية تصحيحاً مباشراً أثناء الأداء، باستخدام إشارات بصرية أو صوتية أو رقمية، مما يعزز تثبيت المهارة وتحويلها إلى سلوك تلقائي مع مرور الوقت.

5. الربط بين الإحساس الداخلي والتغذية الخارجية (2)

تسمح التكنولوجيا للمتعلم بمقارنة شعوره الداخلي بالحركة الفعلية، وتصحيح أي اختلافات دقيقة، مما يساعد على تكوين نموذج ذهني صحيح للحركة ويمنع تثبيت الأخطاء.

شير التحليلات الحديثة في نظرية "التغذية الراجعة المحسنة Enhanced Feedback" إلى أهمية تحديد جرعة التغذية الراجعة (Feedback Frequency) ³ بحيث لا تتجاوز 50% من المحاولات عند المبتدئين لتجنب ما يسمى الاعتماد المفرط على المعرفة الخارجية (KR Dependency). ويوصي باحثو التعلم الحركي باستخدام التغذية الراجعة المتأخرة (Delayed Feedback) بعد 3-5 ثوانٍ لزيادة المعالجة الإدراكية الداخلية وتعزيز بناء الصورة الحركية العقلية.

6. تعزيز الدافعية وتحسين متابعة التقدم (4)

مشاهدة التطور على شكل مخططات أو تسجيلات مقارنة بين الأداء السابق والحالي تعزز دافعية المتعلم، وتشجعه على الاستمرار، لأن كل جهد ينعكس مباشرة على الأداء.

7. تقليل الأخطاء المتكررة وتحسين الضبط الحركي (5)

إعادة مشاهدة الأداء وتصحيحه باستمرار يقلل الأخطاء المتكررة، ويساعد المتعلم على ضبط التفاصيل الصغيرة، مما يحوّل الأداء إلى نموذج دقيق وعالي الاتقان.

1- Wulf, Gabriele. (2007). Attention and Motor Skill Learning. Human Kinetics.

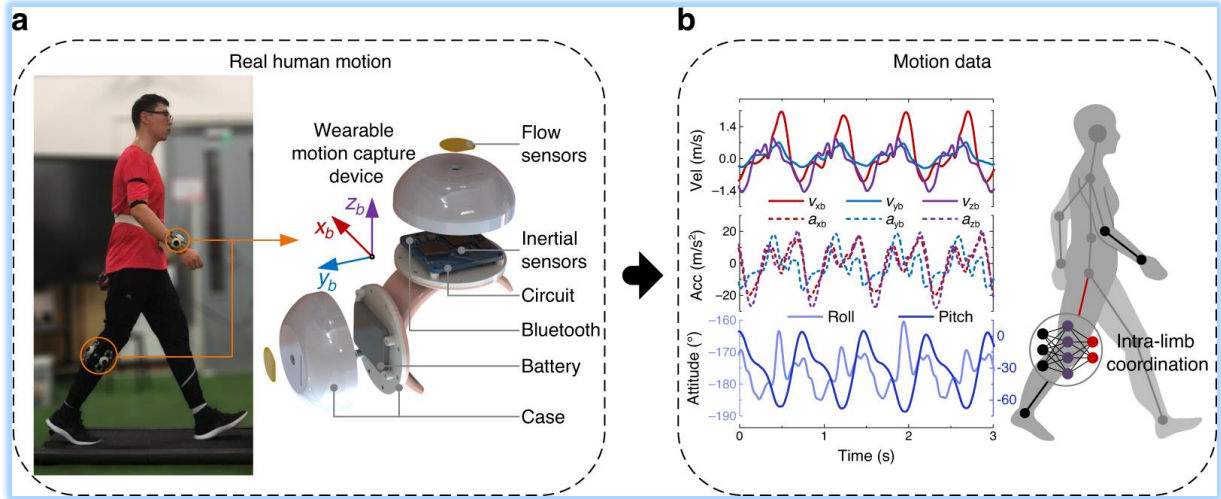
2- Han & Ji, L. (2022). Feedback for Promoting Motor Skill Learning in Physical Education: A Trial Sequential Meta-Analysis.

³ - Schmidt & Lee (2019). Motor Control and Learning

4 - rcía-González, L., De Cocker, K., & González-Cutre, D. (Eds.). (2025). Motivation in Physical Education.

Springer.

5 - مازن عبد الهادي، أحمد حامد (2018). التحكم الحركي والتعلم. عمان: دار الرضوان



الأجهزة المستخدمة في التدريب الرياضي وتطبيقاتها في التعلم الحركي

تعد تكنولوجيا التدريب الرياضي مجموعة من الأدوات والأجهزة والبرامج الرقمية التي تُستخدم لتحليل وتقييم أداء الرياضيين، وتصميم البرامج التدريبية، ومراقبة تطور اللياقة البدنية والمهارات. وقد أحدثت هذه التكنولوجيا تحولاً جذرياً في طريقة إدارة وتطوير الأنشطة الرياضية.

1. الأجهزة القابلة للارتداء (Wearable Devices) (1)

الأجهزة القابلة للارتداء هي أدوات تقنية يتم ارتداؤها أثناء التدريبات لتوفير بيانات فورية حول الأداء البدني والحالة الصحية. تستخدم هذه الأجهزة في أنشطة متنوعة مثل الجري، وركوب الدراجات، وتمارين القوة، بهدف تحسين الأداء ومنع الإجهاد الزائد.

أمثلة على الأجهزة:

- **الساعات الذكية (Smart Watches):** هي أجهزة قابلة للارتداء تقيس وتتبع بيانات الأداء الرياضي والمؤشرات الحيوية بشكل فوري أثناء التدريب، مثل معدل ضربات القلب ومستوى الإجهاد.
- **أحزمة مراقبة معدل ضربات القلب (Heart Rate Monitors):** هي أجهزة تُستخدم خصيصاً لقياس معدل ضربات القلب بدقة أثناء التمارين، وتُعتبر مؤشراً على مستوى الجهد المبذول والاستجابة الفسيولوجية للتمرين.

- أجهزة تتبع الخطوات (Step Trackers): هي أدوات تقنية تستخدم لتسجيل النشاط البدني وتتبع البيانات الحركية الأساسية، مثل عدد الخطوات التي تم قطعها والمسافة المقطوعة.
- أجهزة تتبع الحركة والمسافة المقطوعة (GPS): وهي تقنيات فعالة لتسجيل وتحليل البيانات المتعلقة بالحركة، وقياس المسافات المقطوعة والسرعة.



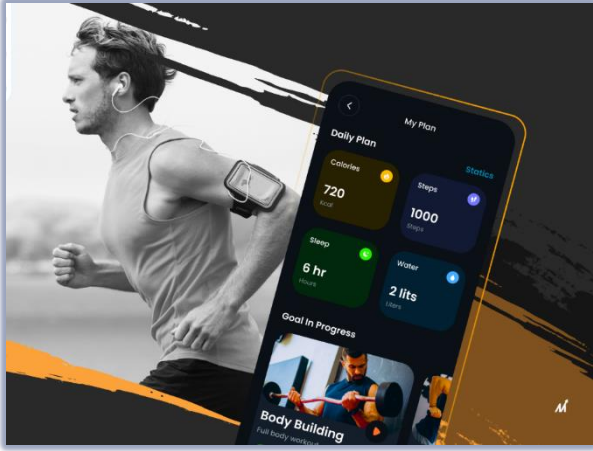
وقد توسع استخدام الأنظمة القابلة للارتداء ليشمل تحليل البايوكينماتيكا الدقيقة مثل قياس تسارع الأطراف، لحظة القوة، توزيع الضغط الأرضي (Plantar Pressure) باستخدام حساسات (IMU) التي توفر بيانات تفصيلية لحظية تسهم في تحليل الأخطاء الميكانيكية الدقيقة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. كما تستخدم في الجماز الإيقاعي لتحديد جودة انتقال الحركة واستقرار مركز الثقل

- تطبيقاتها في التعلم الحركي:
- التحليل الفوري للأداء: تتيح للرياضيين والمدربين الحصول على ملاحظات فورية حول الأداء، مما يسمح بإجراء تعديلات فورية أثناء التمارين.
- تتبع المؤشرات الحيوية: مراقبة معدل ضربات القلب والسرعات الحرارية ومستوى النشاط البدني يساعد على تحديد نطاق الجهد الهوائي المناسب لتحسين التحمل.
- تحسين الكفاءة الحركية: تساعد البيانات المسجلة عن الزوايا الحركية والسرعة في تحليل الأداء الفني والحركي، مما يسهم في تحديد الأخطاء وتصحيحها.

تُعد تطبيقات الهواتف الذكية والتطبيقات المخصصة لتتبع اللياقة من الأدوات الأكثر شيوعًا وفعالية في التدريب الرياضي الحديث.

2. تطبيقات الهواتف الذكية وتطبيقات تتبع اللياقة

هي برامج رقمية يتم تثبيتها على الهواتف الذكية، وتوفر مجموعة متنوعة من الميزات لتحسين التمارين وتتبع التقدم الرياضي.



تشمل تطبيقات مثل:

- (Strava)
- (MyFitnessPal)
- (NikeRunningClub)

أهم تطبيقاتها وفوائدها

• برامج تدريب مخصصة: تساعد في تصميم برامج تدريب تلبي احتياجات المستخدم وأهدافه المحددة.

• التوجيه والتعليم: تقدم تمارين موجهة خطوة بخطوة، مدعومة بمقاطع الفيديو والصوتيات التعليمية.

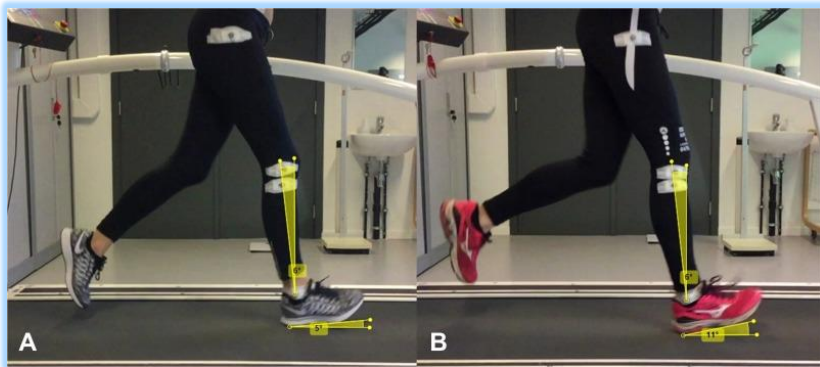
• تسجيل شامل للبيانات: تُستخدم لتسجيل النشاط البدني، ومراقبة التغذية، وتتبع الأهداف اليومية.

• التحفيز والتواصل: يستفيد منها الرياضيون والمدربون لتتبع الأداء، وكذلك للتواصل مع المجتمع الرياضي لتحفيز المنافسة وتحقيق الأهداف.



3. أنظمة تحليل الفيديو وتحليل الأداء

تُستخدم هذه الأنظمة لمراجعة الأداء الحركي وتقييم الأخطاء الفنية والتكتيكية. تعد أداة أساسية لتحسين الأداء الرياضي من خلال تقديم رؤى دقيقة.



أمثلة على الأنظمة:

- (Dartfish), (Hudl)
- (Couch's Eye), (Kinova)

أصبحت الأنظمة الحديثة تعتمد على التحليل ثلاثي الأبعاد باستخدام كاميرات متعددة الزوايا وبرامج تعتمد على الذكاء الاصطناعي في التعرف على النقاط المحورية للمفاصل وهذا يتيح حساب متغيرات¹ مثل:

-سرعة الدوران الزاوي

-لحظة القصور الذاتي

-مسار مركز الكتلة

-انحرافات الزوايا المثالية

وهي مؤثرات أثبتت فعاليتها في تعلم مهارات القفز والمرجحة في الجمناستيك الإيقاعي

تطبيقاتها في التعلم الحركي

تسجيل ومراجعة الحركات الرياضية ببطء لتحليل الأداء بدقة.

- تحديد الأخطاء الفنية مثل وضعية الجسم، زاوية الحركة، وتوقيت الأداء.
- تصحيح الأخطاء الفنية: يتم عرض التسجيلات للرياضيين مع تسليط الضوء على النقاط التي تحتاج إلى تحسين، مما يوفر تعليماً بصرياً فعالاً.
- مقارنة الأداء: إمكانية مقارنة الأداء الفعلي للرياضي مع الأداء المثالي أو المعياري (الخاص برياضيين محترفين) لتحديد الفجوات ووضع أهداف واضحة للتحسين.

4. تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز في التدريب (VR/AR) (2)

¹ - Routledge Handbook of Sports Technology (2019)

² - Talal Z. Al-Khater et al., "The Use of Virtual Reality in Motor Learning: A Multiple Pilot Study Review," (2015): 23

حدث هذه التقنيات ثورة في التدريب الرياضي من خلال توفير بيانات محاكاة لتحسين الأداء والتعلم.



تطبيقاتها في التعلم الحركي

- محاكاة مواقف حقيقية في بيئة افتراضية لتطوير الاستجابة العقلية والبدنية.
- توفير بيئة تدريب آمنة دون التعرض لخطر الإصابات، خاصة في الرياضات الخطرة، كما في إعادة التأهيل.
- تحسين التركيز والمهارات التكتيكية من خلال المحاكاة ثلاثية الأبعاد.

الذكاء الاصطناعي في التعلم الحركي (1)

الذكاء الاصطناعي أحدث نقلة نوعية في مجال التعلم الحركي لأنه قادر على تحليل كميات ضخمة من بيانات الحركة في زمن قصير، واستخلاص أنماط دقيقة تُستخدم في تحسين برامج التعلم. فالنظام الذكي يستطيع معرفة مراحل التطور الحركي لدى المتعلم، وتحديد نوع الأخطاء التي تتكرر، واقتراح طرق فردية للتعليم تعتمد على استجابة المتعلم نفسه.

كما أن الذكاء الاصطناعي قادر على التنبؤ بسلوك الحركة قبل تنفيذها، والتعرف على الأخطاء المحتملة، واقتراح تعديلات تلقائية على مسار التعلم. ويمكنه أيضاً تصميم برنامج تدريب مخصص لكل متعلم، يحدد من خلاله عدد التكرارات، وشدة الجهد، ونوع المهارة المناسبة، والزمن المطلوب للتعلم.

وتوفر هذه التكنولوجيا بيئة تعليمية تتكيف مع قدرات الفرد، سواء كان مبتدئاً أو محترفاً، مما يجعل التعلم أكثر كفاءة ودقة. كما توفر تحليلات فورية تجعل المتعلم قادراً على اتخاذ قرارات حركية أفضل، وتساعد المدرب على توفير تعليم يتوافق مع أرقى المعايير العلمية.

ومن أبرز التطورات في الذكاء الاصطناعي استخدام نماذج "التنبؤ الحركي" ² Predictive Motor Modeling "القادرة على التنبؤ بمسار الخطأ قبل حدوثه فعلياً. وتُستخدم هذه النماذج في الألعاب التي تتطلب دقة عالية مثل الجمباز الإيقاعي لتوقع دوران الأداة في الهواء، واقتراح زاوية حركة الذراع المثالية قبل تنفيذ المهارة.

- تصميم برامج مخصصة: يمكن للذكاء الاصطناعي تصميم برامج تعليمية فردية بناءً على أداء كل متعلم، باستخدام بيانات الحركة لتقديم توصيات أو تمارين مخصصة.

1 - Hassan Al Sayed Ahmed, M. & Ghazi, M. A. (2023). The Effect of Artificial Intelligence Techniques on Motor Interaction.

2 - IJERPH (2024), Motor Learning Assistance Systems.

- **تحليل الحركة بدقة:** يستخدم الذكاء الاصطناعي أجهزة استشعار مثل wearables أو كاميرات لتحليل الحركة بدقة، وقياس التفاعل الحركي وتصميم التدخلات أو التصحيحات بناءً على ذلك .
- **زيادة التفاعل والدافعية:** تطبيقات الذكاء الاصطناعي يمكن أن توفر مكونات تفاعلية، مثل روبوتات تعليمية أو بيئات واقع افتراضي، لزيادة تحفيز المتعلمين الحركيين .
- **إعادة التأهيل الحركي:** في الطب والتأهيل، الذكاء الاصطناعي يُستخدم لتصميم خطط علاج مخصصة لمرضى لديهم ضعف حركي أو إصابات، باستخدام تحليل بيانات الحركة من أجهزة استشعار أو الواقع الافتراضي .
- **تقييم مهاري غير خاضع للانحياز:** الذكاء الاصطناعي يُمكن من تقييم المهارات الحركية بموضوعية (بدلاً من التقييم البشري فقط)، عبر استخدام نماذج تعلم آلي لتصنيف الحركات وتحليل الجوانب الفنية. هذا التقييم الآلي يساعد المدربين والمتعلمين على معرفة الأخطاء الدقيقة وضبط الأداء بدقة أعلى.



التكامل بين التكنولوجيا والمدرّب في التعلّم الحركي (1)

رغم التقدم الكبير للتكنولوجيا، إلا أن دور المدرّب لا يمكن الاستغناء عنه في عملية التعلّم الحركي. فالتكنولوجيا تقدم البيانات، بينما المدرّب يقدّم المعنى. التكنولوجيا تعرض ما يحدث، لكن المدرّب يفسر لماذا يحدث وكيف يمكن تغييره. والمدرّب وحده قادر على تقديم الإرشاد النفسي، والتحفيز، وفهم الاستجابة البشرية، وهذه عناصر جوهرية لنجاح التعلّم.

ويظهر التكامل الناجح حين يستخدم المدرّب التكنولوجيا بذكاء، فيعتمد على بيانات الأجهزة والتسجيلات والتحليلات من أجل بناء خطة تعليمية أكثر دقة. أما القرارات النهائية، مثل اختيار الأنسب للمتعلّمين، أو تحديد الزمن المناسب لتغيير المهارة، فتظل بحاجة إلى خبرة بشرية لا يمكن تعويضها.

وهكذا يصبح دور التكنولوجيا مسانداً لا بديلاً، ومع تطور الأدوات الحديثة أصبح المدرب يمتلك قدرات تحليلية أكبر، ووسائل أكثر دقة لفهم أداء المتعلم، مما يجعله قادراً على تقديم تعليم حركي عالي الجودة.



ويشير باحثو التعلم الحركي إلى مفهوم “الملاحظة الموجهة Guided Observation”¹، وهو أسلوب يجمع بين التحليل الرقمي ورؤية المدرب، حيث يُوجّه المتعلم للنظر إلى عناصر محددة في التسجيل (مثل زاوية الركبة أو مسار الذراع)، مما يزيد من فعالية الترميز الحركي بنسبة 40% مقارنة بالمشاهدة العشوائية.

التحديات والسلبيات المتعلقة باستخدام التكنولوجيا في التعلم الحركي (2)

1. الاعتماد المفرط على الأجهزة: قد يصبح المتعلم معتمداً بشكل كبير على التكنولوجيا، مما يقلل من قدرة الدماغ على التقدير الحركي الذاتي والملاحظة التقليدية.

مثال: إذا كان المتعلم يكتفي بمشاهدة التغذية الراجعة فقط دون محاولة إدراك الحركة داخلياً، قد يضعف وعيه الحركي.

¹ - García-González (2025)

² - Al Mannai, Abdulaziz. Investigating Cultural Dimensions and Technological Acceptance: The Adoption of Electronic Performance and Tracking Systems in Qatar's Football Sector. arXiv, March 2025.

2. **التكلفة العالية:** الأجهزة الحديثة مثل أنظمة تتبع الحركة (Motion Capture) أو الواقع الافتراضي باهظة الثمن، مما قد يحد من إمكانية تطبيقها في المدارس أو الأندية الصغيرة.
3. **الحاجة إلى خبرة تقنية:** يتطلب استخدام التكنولوجيا معرفة بكيفية تشغيل الأجهزة وتحليل البيانات، وقد يشكل هذا عقبة للمدربين أو المعلمين غير المتمرسين بالتقنيات الحديثة.
4. **المشاكل الفنية والتقنية:** الأعطال، سوء الاتصال، أو أخطاء القياس يمكن أن تؤثر على دقة التغذية الراجعة وتضعف فعالية التعلم.

مثال: تأخر عرض النتائج أو عدم تسجيل الحركة بدقة يمكن أن يؤدي إلى تصحيح خاطئ.

5. **تأثير على التفاعل الاجتماعي:** الاعتماد على التكنولوجيا قد يقلل من التفاعل المباشر بين المدرب والمتعلم، وهو عنصر مهم في التعلم الحركي التقليدي.
6. **التحديات – إضافة ضرورة الأمن السيبراني وحماية البيانات¹:** ومن التحديات الحديثة أيضاً قضية الأمن السيبراني وحماية البيانات الحركية، إذ تحتوي الأجهزة القابلة للارتداء على معلومات حساسة تتعلق بالمؤشرات الفسيولوجية والنشاط العصبي، وقد أوصت البحوث بضرورة تشفير البيانات واعتماد معايير أمنية عند استخدام التطبيقات الرياضية.
7. **المعلومات الزائدة أو التشويش:** عرض بيانات كثيرة في الوقت نفسه (مثل السرعة، الزوايا، القوة) قد يربك المتعلم، خصوصاً المبتدئين، ويجعل التركيز على الحركة نفسها صعباً.
8. **محدودية التطبيقات الواقعية:** بعض التقنيات قد تكون مثالية للتدريب في المختبر أو الصالات المغلقة، لكنها أقل فعالية في المواقف الواقعية أو البيئات الخارجية المعقدة.



¹ - Springer Handbook of Sports Technology (2024)

الخاتمة

يمكن القول إن التكنولوجيا أحدثت تحولاً كبيراً في مجال التعلم الحركي، لأنها سمحت بفهم الحركة البشرية بعمق، وقدمت أدوات تجعل التعلم أكثر دقة وفعالية. ومع ذلك فإن جوهر العملية التعليمية ما يزال يعتمد على التفاعل بين المدرب والمتعلم، وعلى استخدام التكنولوجيا بطريقة واعية ومدروسة. المستقبل سيشهد دمجاً أكبر بين التقنيات المختلفة وبين أساليب التعلم، مما سيجعل عملية اكتساب المهارات أكثر سرعة، وأكثر ارتباطاً بخصائص الفرد، وأكثر دقة في تحليل الحركة واستنتاج الأخطاء، وهو ما سيقود إلى تطور نوعي في أداء المتعلمين والرياضيين.

ومن المتوقع خلال العقد القادم أن تعتمد بيئات التعلم الحركي على الدمج بين الواقع المختلط (MR)، والذكاء الاصطناعي التوليدي، وأنظمة تتبع الحركة بالعمق (Depth Sensors)، مما يتيح بناء "مدرب رقمي Digital Coach" قادر على تقديم ملاحظات فورية دقيقة تتناسب مع نمط التعلم الفردي

التوصيات

1. **التوازن بين التكنولوجيا والتدريب التقليدي:** لا يعتمد المتعلم كلياً على الأجهزة, يجب دمج التغذية الراجعة الرقمية مع الملاحظة الذاتية والتوجيه المباشر من المدرب.
2. **التدريب على استخدام التكنولوجيا للمدربين والطلاب:** توفير دورات تدريبية عملية للمدربين والرياضيين حول كيفية تشغيل الأجهزة، تحليل البيانات، وتفسير النتائج بدقة.
3. **اختيار التكنولوجيا المناسبة:** استخدام الأدوات والتقنيات التي تتناسب مع أهداف التدريب وميزانية المؤسسة، مع مراعاة سهولة الاستخدام والدقة.
4. **إدارة المعلومات وتجنب التشويش:** عرض بيانات محدودة وواضحة للمتعلم حسب مستوى مهاراته، لتجنب الإرهاق الذهني والمبالغة في تحليل الأداء.
5. **التقييم الدوري لفعالية التكنولوجيا:** قياس تأثير استخدام الأجهزة على مهارات المتعلمين بشكل دوري، والتأكد من أن الأداء الحركي يتحسن فعلياً وليس فقط في البيئة التقنية.
6. **التوسع التدريجي في التطبيقات الواقعية:** بدء التدريب على الأجهزة في مختبرات أو صالات مغلقة، ثم الانتقال تدريجياً إلى مواقف حقيقية، لضمان انتقال المهارات بشكل فعال.
7. **الحفاظ على التفاعل الاجتماعي:** استخدام التكنولوجيا كأداة مساعدة، مع تشجيع التواصل المباشر بين المدرب والمتعلم لدعم التعلم الحركي التقليدي.
8. **الاعتبارات الأخلاقية والصحية:** مراعاة أوقات الاستخدام لتجنب الإرهاق البدني أو النفسي، وحماية البيانات الشخصية عند استخدام الأجهزة الملبوسة أو التطبيقات الذكية.

المصادر العربية والاجنبية

- أبو العلا أحمد عبد الفتاح. (2003). فسيولوجيا التدريب والرياضة .
- محمد محمود. (2016). التعلم الحركي: الأسس والتطبيقات.
- الخطيب، موفق (2018). القياس والتقويم في التربية البدنية والرياضة.
- مازن عبد الهادي، أحمد حامد (2018). التحكم الحركي والتعلم .
- Memmert, D. (2024). Sports Technology. Springer.
- Memmert, D. (2024). Sports Equipment and Materials for Sport. Springer
- Routledge Handbook of Sports Technology and Engineering, 2019
- A-Hansen, R. (2017). Sport and Technology. Sport, Ethics and Philosophy, Routledge
- Zheng, J. (2021). A Functional Review of Research on Clarity, Immediacy, and Credibility of Teachers.
- Wulf, Gabriele. (2007). Attention and Motor Skill Learning. Human Kinetics.
- Han & Ji, L. (2022). Feedback for Promoting Motor Skill Learning in Physical Education: A Trial Sequential Meta-Analysis.
- rcía-González, L., De Cocker, K., & González-Cutre, D. (Eds.). (2025). Motivation in Physical Education. Springer.
- John Toner, Wearable Technology in Elite Sport: A Critical Examination (London: Routledge, 2021).
- Talal Z. Al-Khater et al., "The Use of Virtual Reality in Motor Learning: A Multiple Pilot Study Review," (2015).
- Hassan Al Sayed Ahmed, M. & Ghazi, M. A. (2023). The Effect of Artificial Intelligence Techniques on Motor Interaction.
- Assistance Systems to Bring Motor Learning Principles into Real-World Motor Tasks. International Journal of Environmental Research and Public Health
- Al Mannai, Abdulaziz. Investigating Cultural Dimensions and Technological Acceptance: The Adoption of Electronic Performance and Tracking Systems in Qatar's Football Sector. arXiv, March 2025.