Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

فاعلية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي كنظام للتقييم اللحظي في تقويم المسارات الحركية لعدد من مهارات الحركات الأرضية بالجمناستك لدى الطالبات

هاله فاهم عليوي ضايف كلية الطب – جامعة المثنى

Hala.fahim@mu.edu.iq

تاريخ استلام البحث: ٢٥ /١١/ ٢٠٢٤

تاريخ قبول البحث : ١٨ /١٢/ ٢٠٢٤

الكلمات المفتاحية : الذكاء الاصطناعي، التغذية الراجعة الآنية، المسار الحركي، الحركات الأرضية

مستخلص البحث :

تسعى هذه الدراسة للوقوف على مدى تأثير توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة للتقييم الآني في تعديل المسارات الحركية والارتقاء بمستوى الأداء لعدد من المهارات الجمناستيكية الأساسية على بساط الحركات الأرضية (كالدحرجة الأمامية، والوقوف على اليدين، والعجلة البشرية). وتتجسد المشكلة البحثية في محدودية قدرة الملاحظة البشرية على تتبع الانحرافات البيوميكانيكية الدقيقة أثناء الحركات المعقدة والسريعة، مما يتسبب في إبطاء تقديم التغذية الراجعة وتصعيب مهمة تقويم الخطأ الحركي. وللوصول إلى أهداف الدراسة، اعتمد الباحث المنهج التجريبي وفق تصميم المجموعتين (الضابطة والتجريبية) المتكافئتين، بتطبيق اختبارات قبلية وبعدية. شمل مجتمع الدراسة (٥٠) طالبة من المرحلة الثالثة وعقب استبعاد (١٠) طالبات لإجراء التجربة الاستطلاعية، وُزعت العينة الأساسية البالغة (٤٠) طالبة بشكل عشوائي ومتساوٍ على المجموعتين. بغية تحقيق دقة إحصائية وتجنب التقييم الوصفي، استُعملت استمارة تقييم مغلقة لقياس دقة المسار. وبينما خضعت المجموعة الضابطة للتقييم البصري المعتاد، استعانت المجموعة التجريبية ببرمجيات التتبع الحركي الذكية (Pose Estimation) لتقديم تغذية راجعة رقمية فورية. وعقب المعالجة الإحصائية لبيانات التجربة باستخدام برنامج (SPSS)، برز تقدم واضح لدى المجموعتين، إلا أن الفروق الإحصائية الدالة في الاختبارات البعدية صبت لصالح المجموعة التجريبية. وتُخْلِص الدراسة إلى تفوق نظام التقييم اللحظي القائم على الذكاء الاصطناعي مقارنة بنظيره التقليدي، نظراً لقدرته على الحد من ترسيخ الأخطاء الميكانيكية، وتسريع تكوين البرامج الحركية الصحيحة ذهنياً، علاوة على دوره الفعال في تبديد مخاوف الطالبات وتعزيز ثقتهن بأدائهن. وتوصي الدراسة بضرورة تضمين تقنيات التحليل الرقمي ضمن مناهج الجمناستك، ورفد القاعات بالأجهزة الذكية لدعم التقييم الذاتي المباشر.

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

The effectiveness of Utilizing artificial intelligence applications as a real-time assessment system in evaluating the movement patterns of several floor exercise skills in gymnastics among female students

Hala Fahim Aliwi

Abstract

This study aims to determine the impact of integrating artificial intelligence (AI) technologies as an instant evaluation tool in correcting kinematic pathways and enhancing the performance of fundamental gymnastics skills on the floor exercise mat (forward roll, handstand, and cartwheel). The core problem stems from the natural limitations of human visual observation in tracking precise biomechanical deviations during rapid, complex movements, which delays feedback and complicates error correction. To fulfill the study's objectives, an experimental methodology was adopted using an equivalent two-group design (control and experimental) with pre- and post-tests. The target population comprised 50 third-year female students at the College of Physical Education and Sports Sciences, Al-Muthanna University, for the 2023-2024 academic year. After allocating 10 students for a pilot study, the primary sample of 40 students was randomly and equally divided into two groups. To ensure statistical rigor and eliminate subjective grading, a closed-ended evaluation form utilizing a 5-point Likert scale was employed to assess tracking precision. The control group underwent standard visual evaluation, whereas the experimental group utilized smart motion-tracking software (Pose Estimation) that supplies immediate digital feedback. Following statistical analysis via SPSS, both groups exhibited notable progress; however, significant statistical differences in the post-tests heavily favored the experimental group. The research concludes that the AI-driven instant assessment framework substantially outperforms conventional visual methods, primarily by preventing the regasification of mechanical errors, accelerating cognitive motor program formulation, and effectively reducing student anxiety while boosting self-efficacy. The study strongly recommends incorporating digital motion analysis tools into gymnastics curricula and outfitting sports facilities with smart devices to facilitate immediate self-assessment.

Keywords: Artificial intelligence, real-time feedback, kinetic path, ground movements.

١. التعريف بالبحث:

١-١ المقدمة وأهمية البحث:

العالم حاليا في خضم ثورة تقنية هائلة انعكست آثارها الإيجابية على كافة الحقول المعرفية، ولم تكن علوم التربية البدنية بمعزل عن هذا التقدم. فقد انتقلت آليات التعلم والتدريب من الأنماط الكلاسيكية التي تعتمد على التقدير الشخصي، نحو استراتيجيات رقمية صارمة تستند إلى تحليل البيانات. وفي هذا الإطار، بات استخدام التكنولوجيا المتطورة أمراً لا غنى عنه لتجويد المخرجات التعليمية، خصوصاً في الفعاليات الرياضية التي تتميز بتشابك مساراتها الحركية وصرامة شروطها

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

الفنية (Chow et al., 2021). وتشغل رياضة الجمناستك حيزاً متميزاً بين الرياضات الأولمبية، نظراً لحاجتها الماسة إلى مستويات متقدمة من التوافق العضلي العصبي، والقوة، والسيطرة الحركية (Motor Control). وتعتبر الحركات الأرضية بمثابة القاعدة الصلبة التي ترتكز عليها بقية المهارات في الأجهزة الأخرى. ولضمان الأداء الناجح، يشكل "المسار الحركي" (Kinematic Pathway) العامل الفاصل، إذ يرتبط الأداء النموذجي بضبط زوايا المفاصل، ودقة نقل مراكز الثقل، والتسارع الزمني (Bartlett, 2014). وأي خلل بسيط في هذه المنظومة قد يُفشل الحركة ويعرض اللاعبة لخطر الإصابة. لعقود طويلة، ارتكز تقييم مهارات الجمناستك بصورة أساسية على الملاحظة البصرية (Visual Observation). وعلى الرغم من قيمة الخبرة التدريسية، أظهرت الأبحاث أن دقة العين البشرية تقف عاجزة أحياناً عن ملاحقة التفاصيل الميكانيكية بالغة الصغر خلال الحركات الخاطفة، مما يُفقد المُقيّم أجزاءً جوهرية من المشهد الحركي (Hughes & Franks, 2015). وينتج عن هذا القصور البشري بطء في إعطاء التغذية الراجعة، أو تقديم توجيهات عامة لا تعالج زوايا الخطأ بدقة، مما يؤدي إلى "تصلب الأخطاء" الحركية وصعوبة تعديلها مستقبلاً. من هذا المنطلق، ظهرت حاجة ملحة لتوظيف النظم التقنية، وعلى رأسها تطبيقات "الذكاء الاصطناعي" (AI)، التي أحدثت ثورة في أساليب تقييم الأداء البدني. تُعد تطبيقات التتبع الحركي (Pose Estimation) بمثابة لجان تقييم رقمية تعمل في الوقت الفعلي؛ إذ تتميز بقدرتها الفائقة على قراءة الأداء بصرياً، وحساب الزوايا المفصلية بدقة شديدة، ومن ثم مقارنتها بالنموذج البايوميكانيكي الأمثل (Seshadri et al., 2021). وتبرز القيمة الحقيقية لهذه التطبيقات في منح المتعلم "تغذية راجعة معززة فورية" (Immediate Augmented Feedback). فحين تطلع الطالبة على أدائها مقترناً بتحليل رقمي يؤشر بدقة على موضع الخلل (كنقص زاوية ثني الركبة أو انحراف الجذع)، فإن ذلك يساهم في تشكيل تصور حركي سليم (Mental Imagery)، ويُعجل من خطوات التصحيح الذاتي، موفراً بذلك الوقت والجهد (Wulf, 2013). ونظراً لما تواجهه طالبات التربية البدنية من حواجز نفسية ومخاوف تتعلق بالإصابة في الجمباز، تتجسد أهمية هذه الدراسة في طرح حلول تكنولوجية لا تقتصر وظيفتها على منح الدرجات، بل تعمل كأداة تعليمية مساندة تُعنى بتقويم المسار الحركي لحظياً، وتقليل الهفوات، وتعزيز الثقة بالنفس، بما يتناغم مع معايير الجودة الأكاديمية العالمية.

١-٢ مشكلة البحث:

أفرزت المتابعة الميدانية لواقع الدروس العملية لمادة الجمناستك في جامعة المثنى، وجود تفاوت جلي في قدرة طالبات المرحلة الثالثة على إتقان المهارات الأساسية للحركات الأرضية. ويرتبط جزء كبير من هذا التفاوت بتداخل المراحل الفنية للمهارات (التحضيرية، الرئيسية، الختامية) وسرعة

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

أدائها، مما يعوق التدريسي عن رصد كافة الأخطاء الميكانيكية بالعين المجردة لجميع الطالبات بشكل متزامن. ويترتب على هذا النقص في التشخيص اللحظي تأخير ملحوظ في تعديل المسارات الحركية الخاطئة (Stark, 2018 & Adams). وبناءً على ما تقدم، يمكن صياغة التساؤل البحثي على النحو الآتي: ما مدى فاعلية توظيف برمجيات الذكاء الاصطناعي كأداة تقييم فورية في تعديل المسار الحركي والارتقاء بمستوى الأداء لعدد من مهارات الحركات الأرضية لدى طالبات المرحلة الثالثة؟

- ○

١-٣ أهداف البحث:

١. بيان أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (كنظام تقييم لحظي) في تعديل المسارات الحركية لمجموعة من المهارات الجمناستيكية لدى الطالبات.

- ○

٢. التعرف على الفروق الإحصائية بين أسلوب التقييم البصري المعتاد (المجموعة الضابطة) والتقييم الرقمي بالذكاء الاصطناعي (المجموعة التجريبية) ضمن الاختبارات البعدية.

١-٤ فروض البحث:

-يتوقع ظهور تباين ذي دلالة إحصائية بين درجات القياسات القبلية والبعدية فيما يخص مستوى دقة المسار الحركي للطالبات، متجهاً لصالح القياسات البعدية في كلتا المجموعتين.

-يُفترض تحقيق المجموعة التجريبية (الخاضعة لنظام التقييم بالذكاء الاصطناعي) تفوقاً معنوياً (ذا دلالة إحصائية) على المجموعة الضابطة (ذات التقييم التقليدي) في نتائج الاختبارات البعدية الخاصة بتطور الأداء المهاري.

١-٥ مجالات البحث

١-٥-١ المجال البشري :

طالبات المرحلة الدراسية الثالثة في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة بجامعة المثنى . بلغ القوام الإجمالي للعينة (٥٠) طالبة مسجلات في القيود الرسمية للعام الدراسي (٢٠٢٣-٢٠٢٤)

١-٥-٢ المجال الزماني: للفترة من ٢٠٢٤/١/٧ ولغاية ٢٠٢٤/٤/١٤

١-٥-٣ المجال المكاني :

أُجريت كافة الاختبارات العملية والبرنامج التعليمي المقترح في القاعة الرياضية المغلقة (قاعة الجمناستك) التابعة للانشطة الطلابية برئاسة جامعة المثنى.

٢. منهج البحث واجراءاته الميدانية

٢-١ منهج البحث: استعملت الباحثة المنهج التجريبي لكونه الأنسب لحل المشكلة .

٢-١-١ مجتمع البحث وعينته: تمثل المجتمع بطالبات المرحلة الثالثة في الكلية. وانتقيت العينة بأسلوب عمدي، لتُقسم لاحقاً بطريقة عشوائية إلى مجموعة ضابطة وأخرى تجريبية، بالإضافة إلى عينة التجربة الاستطلاعية. وأُجريت معالجات التجانس والتكافؤ لمتغيرات (العمر، الكتلة، الطول، ومستوى الأداء القبلي للمهارات).

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

الجدول (١): التوزيع التفصيلي لمجتمع وعينة الدراسة

ت	توصيف العينة	نوع التدخل التدريسي	العدد	النسبة من المجتمع
١	عينة التجربة الاستطلاعية	لتقنين الأدوات واختبار البرمجيات	١٠	%٢٠
٢	المجموعة التجريبية	التقييم الرقمي عبر الذكاء الاصطناعي	٢٠	%٤٠
٣	المجموعة الضابطة	التقييم البصري المعتاد	٢٠	%٤٠
المجموع	الإجمالي		٥٠	%١٠٠

الجدول (٢): تجانس عينة البحث الرئيسية في متغيرات النمو

ت	المتغيرات	الوحدة	س	وسيط	ع	معامل الالتواء
1	الزمني	سنة / شهر	21.60	21.00	0.82	0.51
2	الطول	سم	161.80	162.00	4.15	-0.18
3	الكتلة	كغم	60.50	60.00	5.10	0.65

الجدول (٣): معاملات التكافؤ بين المجموعتين في الاختبارات المهارية القبلية

ت	المهارات قيد البحث(الاختبار القبلي)	المجموعة التجريبية (ن=٢٠)		المجموعة الضابطة (ن=٢٠)		قيمة (t) المحسوبة	مستوى الدلالة (Sig)
		س	ع	س	ع		
1	الدحرجة الأمامية المكورة	8.85	1.55	9.00	1.48	0.312	0.757
2	الوقوف على اليدين	7.10	1.90	7.35	1.85	0.421	0.676
3	العجلة البشرية	8.00	2.05	7.85	2.15	0.225	0.822

٢-٢ وسائل وأدوات البحث:

لتحقيق غايات الدراسة، استُخدمت مجموعة من الأدوات لضمان موثوقية المتغيرات:

- **وسائل جمع البيانات:** الأدبيات العلمية (العربية والأجنبية)، الملاحظة الميدانية، واستمارة التقييم المغلقة المبنية على مقياس (٥- Point Likert Scale) لتفادي ذاتية التقييم.
- **الأجهزة المستخدمة:** بساط جمناستك قانوني (Gymnastics Floor Exercise Mat)، أجهزة لوحية ذكية (Tablets) بكاميرات توفر معدل التقاط يفوق (٦٠ fps) لتجنب ضبابية الحركة، وحوامل

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

تثبيت (Tripods) لضمان زوايا تصوير بيوميكانيكية دقيقة (Bartlett, 2014).

- **المتغير المستقل (برمجيات الذكاء الاصطناعي):** تم توظيف تطبيقات التحليل الحركي (مثل Kinovea أو تقنيات AI Pose Estimation كـ Technique). ترتكز هذه التقنيات على خوارزميات التعلم العميق لقراءة المفاصل وتتبعها آلياً (Auto-Tracking) وإظهار الزوايا الفنية دون الحاجة للملصقات الفسفورية.

٢-٣ التجربة الاستطلاعية: نُفذت التجربة بوجود (١٠) طالبات من خارج العينة الأساسية لغرض:

١. التحقق من جاهزية الكاميرات وتحديد أفضل مسافات التصوير لضمان تغطية المسار بالكامل.

٢. اختبار فاعلية برمجيات الذكاء الاصطناعي تحت ظروف إضاءة القاعة، ومدى سرعة توليد التغذية الراجعة.

٣. حساب المعاملات العلمية لاستمارة التقييم (الصدق، الثبات، الموضوعية) عبر تقييم الخبراء لمقاطع الفيديو.

٢-٤ الاختبارات القبلية:

خضعت أفراد العينة الأساسية (٤٠ طالبة) للقياسات القبلية لأداء مهارات (الدحرجة الأمامية، الوقوف على اليدين، العجلة البشرية). صُوّر الأداء ليتم عرضه على المحكمين باستخدام استمارة المقياس الخماسي، مع تثبيت المتغيرات الزمانية والمكانية.

٢-٥ التجربة الرئيسية (تطبيق التدخل التقني):

وهي الركن الأساسي للبحث، حيث استمر البرنامج لـ (٨ أسابيع) بمعدل وحدتين أسبوعياً:

- **المجموعة الضابطة (٢٠ طالبة):** تلقت التعليم وفق الأسلوب المعتاد (الشرح اللفظي، عرض النموذج، الأداء) مع تقديم توجيهات شفوية بناءً على الملاحظة العينية للتدريسي.
- **المجموعة التجريبية (٢٠ طالبة):** اعتمدت نظام التقييم اللحظي الرقمي، وفق الخطوات الآتية:

١. تؤدي الطالبة الحركة على البساط، في حين يتولى الجهاز اللوحي تسجيل التفاصيل.

٢. يُسقط التطبيق هيكلاً افتراضياً (Skeleton) فوق جسم الطالبة لحساب زوايا المفاصل آلياً (كبيان النقص في زاوية الركبة أو ميلان الجذع).

٣. **التغذية الراجعة الفورية:** تتجه الطالبة فوراً للشاشة لمشاهدة الحركة بالعرض البطيء، مدعمة بالبيانات الرقمية والزوايا الميكانيكية (Seshadri et al., 2021).

٤. بناءً على هذا التحليل، تُجري الطالبة تعديلات فورية في المحاولة التي تليها، مما يمنع تجذر الأخطاء ويدعم بناء البرنامج الحركي في الدماغ (Lee, 2019 & Schmidt).

٢-٦ الاختبارات البعدية:

عقب انتهاء الأسابيع التعليمية المقررة، أُجريت الاختبارات البعدية وفق المعايير والظروف ذاتها

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

التي طُبقت في القياسات القبلية، وجُمعت البيانات تمهيداً للتحليل.

٢-٧ المعالجات الإحصائية:

استُخدم برنامج الحقيبة الإحصائية (SPSS)

٣. عرض النتائج ومناقشتها

الفصل الرابع: عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

٤-١ عرض وتحليل نتائج الاختبارات (القبلية والبعدية) للمجموعتين الضابطة والتجريبية:

في هذا المبحث، يتم عرض مقدار التطور الذي حدث لكل مجموعة على حدة للتأكد من أن كلا الطريقتين (التقليدية والذكاء الاصطناعي) أحدثتا تعلماً، ولكن بنسب متفاوتة.

الجدول (٥): الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة بين الاختبارين القبلي والبعدي لمهارات بساط الحركات الأرضية للمجموعة (الضابطة) (ن=٢٠)

المهارات قيد البحث	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة (t) المحسوبة	مستوى الدلالة (Sig)
	س	ع	س	ع		
الدحرجة الأمامية	٩,٠٠	١,٤٨	١٨,٥٠	٢,١٠	١١,٤٥	٠,٠٠١
الوقوف على اليدين	٧,٣٥	١,٨٥	١٥,٢٠	١,٩٥	٩,٨٠	٠,٠٠٢
العجلة البشرية	٧,٨٥	٢,١٥	١٦,٤٠	٢,٢٠	١٠,١٥	٠,٠٠١

درجة الحرية = ١٩، مستوى الدلالة = ٠,٠٥.

الجدول (٦): الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة بين الاختبارين القبلي والبعدي لمهارات بساط الحركات الأرضية للمجموعة (التجريبية) (ن=٢٠)

المهارات قيد البحث	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة (t) المحسوبة	مستوى الدلالة (Sig)
	س	ع	س	ع		
الدحرجة الأمامية	٨,٨٥	١,٥٥	٢٦,٨٠	١,٢٠	٢٢,٣٠	٠,٠٠٠
الوقوف على اليدين	٧,١٠	١,٩٠	٢٤,٥٠	١,٤٥	١٨,٦٠	٠,٠٠٠
العجلة البشرية	٨,٠٠	٢,٠٥	٢٥,٩٠	١,٣٠	٢٠,٤٥	٠,٠٠٠

درجة الحرية = ١٩، مستوى الدلالة = ٠,٠٥.

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

٤-٢ عرض وتحليل نتائج الاختبارات (البعدية) بين المجموعتين الضابطة والتجريبية:

الجدول (٧): دلالة الفروق في الاختبارات البعدية بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في دقة المسار الحركي لمهارات بساط الحركات الأرضية

المهارات قيد البحث	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة (t) المحسوبة	مستوى الدلالة (Sig)
	س	ع	س	ع		
الدحرجة الأمامية	٢٦,٨٠	١,٢٠	١٨,٥٠	٢,١٠	١٥,٢٢	٠,٠٠٠
الوقوف على اليدين	٢٤,٥٠	١,٤٥	١٥,٢٠	١,٩٥	١٧,١٤	٠,٠٠٠
العجلة البشرية	٢٥,٩٠	١,٣٠	١٦,٤٠	٢,٢٠	١٦,٥٨	٠,٠٠٠

٤-٣ مناقشة النتائج:

تشير المعطيات الإحصائية الموضحة في الجداول إلى حدوث تحسن في الأداء المهاري لدى المجموعتين، غير أن التطور الجوهري والفروق الإحصائية الدالة في القياسات البعدية انحازت بوضوح لصالح (المجموعة التجريبية) التي استعانت بالذكاء الاصطناعي. ويُرجع الباحث أسباب هذا التفوق إلى العوامل الميكانيكية الآتية:

١. **التقييم اللحظي المتناهي الدقة (Immediate Precision Feedback)**: غالباً ما تخفق العين المجردة (التي اعتمدت عليها المجموعة الضابطة) في اصطياد الهفوات الدقيقة للسرعة العالية لحركات الجمناستك، مما يُنتج ملاحظات وصفية متأخرة. بالمقابل، منحت النظم الذكية طالبات المجموعة التجريبية تقييماً رقمياً آنياً لانحرافات زوايا المفاصل ومركز الثقل (Center of Gravity)، مما أتاح لهن تعديل المسار في المحاولة المباشرة اللاحقة. وهذا ينسجم مع ما أكده (Lee, & Schmidt 2019) من أن التغذية الراجعة المعززة تُسرّع بناء الذاكرة الحركية.

٢. **الحد من تجذر الأخطاء (Prevention of Error Hardening)**: في الفعاليات المعقدة، تكرار الحركة الخاطئة يؤدي إلى استقرارها كعادات حركية (Motor Memory). وقد لعبت تطبيقات التتبع الحركي (Pose Estimation) دور المُرشّح الذي أوقف الطالبات عن إعادة إنتاج الأخطاء، مما حسن من جودة المسار الميكانيكي (Bartlett, 2014).

٣. **تنمية التصور الحركي والفاعلية الذاتية (Motor Imagery and Self-Efficacy)**: إن رؤية الطالبة لمسارها الحركي الفعلي مجسداً بخطوط رقمية ومقارنته بالنموذج السليم، ساهم في كسر حواجز الخوف. فقد وفرت التقنية نوعاً من "الارتباط الحسي" (Sensory Coupling) بين شعور الطالبة الداخلي بحركتها وما تعرضه الشاشة، مما قوض التردد وضاعف الثقة (Wulf, 2013).

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

٤. **الموثوقية العالية في التقييم:** تتسم الخوارزميات الذكية بالحياد التام وعدم التأثر بالإرهاق البشري أو تباين زوايا النظر، مما كفل تقديم بيانات بيوميكانيكية موضوعية لكل تكرار، وأدى لنتائج فاقت الأساليب الكلاسيكية (Seshadri et al., 2021).

٤. الاستنتاجات والتوصيات:

٤-١ الاستنتاجات:

انطلاقاً من المعالجات الإحصائية وما أفرزته مناقشة النتائج، يستنتج الباحث ما يلي:

١. برهنت تقنيات التتبع الحركي (AI Pose Estimation) على كفاءة استثنائية كنظام تقييم فوري، متجاوزةً التقييم البصري المعتاد في رصد الانحرافات الميكانيكية ومعالجتها.

٢. أحدثت التكنولوجيا الرقمية طفرة نوعية ذات دلالة إحصائية في دقة الأداء للمجموعة التجريبية في مهارات (الدحرجة الأمامية، الوقوف على اليدين، العجلة البشرية)، مما يثبت فاعلية هذا التدخل.

٣. التغذية الراجعة الآسية (Immediate Augmented Feedback) المستمدة من البيانات الرقمية على الشاشة، دعمت تكوين صورة ذهنية واضحة وسرعت من استيعاب التوافق العضلي.

٤. ساهم التدخل التقني في تخليص طالبات المرحلة الثالثة من الخوف والتردد، وعزز ثقتهن نتيجة انتقال التقييم من مرحلة الوصف التقريبي إلى الدقة الرقمية الصارمة.

٥. لا يُلغي دمج الذكاء الاصطناعي دور التدريسي، بل يُرتقي به من "مراقب للأخطاء" إلى "مُحلل بيوميكانيكي ومُوجّه"، مما يضمن جودة علمية أعلى في الكلية.

٤-٢ التوصيات:

١. حتمية إدراج برمجيات الذكاء الاصطناعي والتقييم اللحظي ضمن المفردات الأساسية لتعليم الجمناستك في كليات التربية البدنية.

٢. رفد القاعات الرياضية بشاشات تفاعلية وأجهزة لوحية (Tablets) لتهيئة بيئة تدعم التقييم الذاتي (Self-Evaluation) المباشر للطلبة.

٣. تنظيم برامج تدريبية متقدمة لأعضاء الهيئة التدريسية لاطلاعهم على كيفية استثمار برمجيات التحليل الحركي والذكاء الاصطناعي في تطوير الوحدات العملية.

٤. تنفيذ أبحاث مستقبلية تختبر فاعلية النظم الرقمية في فعاليات أخرى تتميز بصعوبة الأداء كألعاب الساحة والميدان أو الألعاب المائية.

٥. حث اللجان القطاعية لتطوير المناهج على تبني مفاهيم "الرياضة الرقمية" لتأهيل خريجين قادرين على التعامل مع معطيات التكنولوجيا العالمية في مجالات التدريب.

Al-Muthanna Journal of Sports Education Sciences: mjpe.sport@mu.edu : Print ISSN: 2226-6631

Online *ISSN: 3008-0746*

425. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01416-0

Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: A review of 15 years. International Review of Sport and Exercise Psychology, 6(1), 77-104. https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.723728

References

Adams, J., & Stark, M. (2018). The impact of digital visual feedback on motor skill acquisition in gymnastics. Journal of Physical Education and Sport, 18(3), 1205-1212. https://doi.org/10.7752/jpes.2018.03179

Bartlett, R. (2014). Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns (3rd ed.). Routledge.

Baumgartner, T. A., Jackson, A. S., Mahar, M. T., & Rowe, D. A. (2015). Measurement for evaluation in kinesiology (9th ed.). Jones & Bartlett Learning.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). Motor control and learning: A behavioral emphasis (6th ed.). Human Kinetics.

Seshadri, D. R., Thom, M. L., Harlow, E. R., Drummond, C. K., & Voos, J. E. (2021). Artificial intelligence in sports medicine: Applications and future directions. Sports Medicine, 51(3), 415-425. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01416-0

Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., & Renshaw, I. (2021). Nonlinear pedagogy in skill acquisition: An introduction (2nd ed.). Routledge.

Hughes, M., & Franks, I. M. (2015). Essentials of performance analysis in sport (2nd ed.). Routledge.

Seshadri, D. R., Thom, M. L., Harlow, E. R., Drummond, C. K., & Voos, J. E. (2021). Artificial intelligence in sports medicine: Applications and future directions. Sports Medicine, 51(3), 415-