تحليل الأداء البدني في مباريات الإسكواش للاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي كأساس لوضع برنامج تدريبي (دراسة حالة)

أ.م.د/ الحسن عبد المجيد حسن
أستاذ مساعد دكتور بقسم تدريب الرياضات الأساسية
كلية علوم الرياضية للبنين – جامعة حلوان
Doi: 10.21608/jsbsh.2025.430794.3141

أولا: المقدمة ومشكلة البحث.

شهدت العقود الأخيرة تطوراً كبيراً في أساليب تحليل الأداء الرياضي ، خاصة مع دخول أدوات الذكاء الاصطناعي وتقنيات تحليل الفيديو، مما أدى إلى دقة أعلى في تقييم الجهد البدني وتحديد مناطق القوة والضعف لدى اللاعبين ، حيث تُعد رياضة الإسكواش من أكثر الرياضات التي تعتمد على التحمل والقوة الانفجارية وردود الفعل السريعة ، وهو ما يجعل تحليل الأداء البدني ضرورة وليس رفاهية ، خاصة مع لاعبي المستوى العالي.

لذا تُصنّف رياضة الإسكواش على أنها "رياضة عالية الشدة ومتقطعة" ، كما تتميز طبيعة اللعب فيها بسمات فسيولوجية فريدة ، حيث يجب أن يكون اللاعبون نشطين بنسبة تتراوح بين ٥٠٪ و٧٠٪ من إجمالي وقت اللعب ، والغالبية العظمى من التبادلات (٨٠٪) لا تتجاوز مدتها ١٠ ثوانٍ ، وتتخللها فترات راحة قصيرة بمتوسط ٨ ثوانٍ فقط ، الأمر الذي يشير إلى أن هذه الديناميكية تتطلب حركات متكررة وسريعة تتضمن التسارع والتباطؤ والتغيير السريع في الاتجاهات على مسافات قصيرة (٣-٦ أمتار) ، وكلها حركات تفرض متطلبات كبيرة على نظم الطاقة وكل من الجهاز الدوري والعضلي (٢٩).

فضلاً عن أن رياضة الإسكواش تعد من أكثر الرياضات التي تتطلب لياقة بدنية عالية وردود فعل سريعة وتحمل قوي تحت الضغط ، ومع ارتفاع مستوى المنافسة أصبح تحليل الأداء البدني باستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة خاصة الذكاء الاصطناعي ضرورة لتحسين نتائج اللاعبين.

ويشير **عبد الله وآخرون Abdullah et.al. (2016)** أن البيانات المستمدة من التحليلات الإحصائية (Notational analyses) تساعد المدربين واللاعبين على فهم أفضل لوضع استراتيجيات التدريب والمباريات وحالات اللعب الهجومية والدفاعية في الاسكواش (١).

ويشير **نيوسوم وآخرون Newsome et.al. (٢٠٢٤)** إلى أن تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء تُعتبر أحد أبرز اتجاهات اللياقة البدنية منذ عدة سنوات ، وتتكون هذه الأجهزة من مجموعة واسعة من أجهزة الاستشعار التي يمكن استخدامها في مجالات الرياضة والتمارين لمراقبة النشاط البدني اليومي أو الخمول ، بالإضافة إلى مقاييس حمل التدريب الداخلية والخارجية والاستشفاء الفسيولوجي من

التدريب (٢١).

كما يوضح كلاً من **دوكينج وآخرون Düking et.al.** (٢٠١٨) ، **دريلر وآخرون Driller et.al.** (٢٠٢٣) أن من أهم أمثلة الأجهزة القابلة للارتداء (الساعات / الخواتم / الملابس) ، حيث تُقدم نتائج القياس عادةً عبر برامج خاصة بالمنتج أو العلامة التجارية ، والتي توفر إما بيانات خام أو بيانات تم تحليلها باستخدام خوارزميات خاصة ، وبشكل خاص توفر المنتجات المتعلقة بالاستشفاء تقديرات هامة ، والتي بدورها تهدف إلى مساعدة المستهلكين في اتخاذ قراراتهم اليومية وتعديل التدريب بشكل مناسب (١٣) ، (١٢).

وأثبتت دراسة **تشانغ وآخرون Zhang et. al. (2021)** أن دمج تقنيات الـ AI في تقييم الأداء يساعد على تقديم مؤشرات كمية دقيقة لمستوى اللاعب ، والتي يمكن استخدامها لتخصيص خطط تدريب فردية (٢٨).

لذلك لم يعد الأداء الرياضي عالي المستوى يعتمد فقط على الموهبة والتدريب الشاق ، بل أيضاً على الفهم الدقيق للاستجابة الفسيولوجية للجسم ، حيث كانت قرارات التدريب والاستعداد للمباريات في الماضي تُبنى إلى حد كبير على الحدس أو الشعور ، إلا أن التكنولوجيا الحديثة المتمثلة في الأجهزة القابلة للارتداء أصبحت أداة لا يمكن إغفالها في التدريب.

وعلى الرغم من امتلاك لاعبي النخبة في الإسكواش لأعلى مستويات المهارة والكفاءة البدنية إلا أن تطور الأداء البدني أصبح من الصعب الاعتماد فيه على الملاحظة فقط أو الأجهزة المساعدة غير المتكاملة ، وذلك لأنها قد لا توفر الدقة المتناهية المطلوبة لتحليل المتغيرات الحركية المعقدة ، الأمر الذي قد لا يواكب الارتفاع المستمر في وتيرة اللعب.

وعلى ذلك تستمد مشكلة البحث أهميتها من التناقض الجوهري في البيانات والمعلومات للمتطلبات البدنية والفسيولوجية والميكانيكية لرياضة الإسكواش بشكل عام وللاعب مصطفى عسل بشكل خاص ، وذلك لأن نجاح البرامج التدريبية لابد وأن يعتمد على مراعاه الفروق الفردية والتخصصية ووفق إمكانات اللاعبين.

لذا يهدف هذا البحث إلى إثبات أن دمج التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي في التحليل البدني والتحليل الحركي مثل الأجهزة القابلة للارتداء وأجهزة تتبع الحركة لا يعد رفاهية بل أصبح ضرورة منهجية استراتيجية لضمان الوصول إلى أعلى مستوى من الجاهزية البدنية والفنية الخاصة باللاعب ، وأن هذا الإعداد يعد في إطار توجهات الدولة في خطة الإعداد للحصول على ميداليات ذهبية في دورة الألعاب الأولمبية ٢٠٢٨.

ثانياً: أهمية البحث.

تكمن أهمية هذا البحث في إنه:

- أول بحث تطبيقي على لاعب مصري محترف باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.
- نموذج قابل للتكرار مع لاعبين آخرين لتطوير الأداء البدني بناءً على البيانات.
- يساهم في تحسين جودة البرامج التدريبية للمدربين واللاعبين في مصر والعالم كله.

ثالثاً: هدف البحث.

هَدَفَ البحث إلى تحليل الحمل البدني الواقع على اللاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً أثناء المباريات باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتصميم برنامج تدريبي بدني واقعي وفعّال بناءً على البيانات المستخرجة.

رابعاً: تساؤلات البحث.

- ماهو البرنامج التدريبي المبني على تحليل الذكاء الاصطناعي المناسب للاعب مصطفى عسل المصنف الأول على العالم في الأسكواش .
- هل البرنامج التدريبي المبني على تحليل الذكاء الاصطناعي يحسن الأداء بنسبة أكبر من البرامج التقليدية.

خامساً: أهم التعريفات الإجرائية المستخدمة في البحث.

- **سوار WHOOP**

هو جهاز قابل للارتداء بدون شاشة ، ويراقب بدقة مؤشرات فسيولوجيا حيوية مثل معدل ضربات القلب وتباين معدل ضربات (HRV) ودرجة حرارة الجلد وتشبع الأكسجين ، بالإضافة إلى تحليل النوم والإجهاد والتعافي ، ويوفر رؤى وتوصيات شخصية لتحسين الأداء والصحة العامة عبر تطبيق للهاتف المحمول (٣٠).

- **حزام بولار Polar Belt**

هو جهاز لاسلكي يتم ارتداؤه على الصدر للحصول على أدق قراءة ممكنة لمراقبة معدل ضربات القلب ، ويعتمد على تقنية التخطيط الكهربائي للقلب (ECG) للحصول على بيانات فسيولوجية موثوقة لمراقبة شدة التدريب وقياس استهلاك السعرات الحرارية وتقييم التعافي ، مما يساعد على تحسين الأداء الرياضي (٣١).

سادساً: الدراسات المرجعية.

١ – **أجرى أولي بيكا وآخرون Olli-Pekka et.al. (٢٠٢٥)(٢٤)** دراسة بعنوان " مراقبة النوم والاستشفاء الليلي باستخدام الأجهزة القابلة للارتداء حول المعصم وارتباطها بحمل التدريب وتكيفات الأداء " ، وهدفت إلى استكشاف تأثير التدريب المكثف على النوم والاستشفاء الليلي وعلاقتها بتكيفات الأداء الناتجة عن التدريب ، وتم استخدام المنهج التجريبي ، وتمثلت العينة في ٢٤ لاعب ولاعبة ، وكان من أهم النتائج تحسن أداء الجري لمسافة ٣٠٠٠ متر بشكل ملحوظ.

٢ – أجرى **سوميت جين Sumit Jain (٢٠٢٥)**(٢٧) دراسة بعنوان " الذكاء الاصطناعي في الرياضة نماذج التعلم العميق لتحليل أداء اللاعبين والتنبؤ بالإصابات " ، وهدفت إلى فحص مدى فائدة استخدام التعلم العميق للتنبؤ بأداء الرياضيين وتحديد نوع التدريب الذي يحتاجونه ودراسة إمكانيات منع الإصابات لديهم ، وتم استخدام المنهج التحليلي الوصفي ، وتمثلت العينة في قواعد البيانات ، وكان من أهم النتائج أن النماذج التحليلية المشتقة من الذكاء الاصطناعي تساعد المدربين على فهم أفضل للاعبين وحركاتهم ومساهمتهم الإجمالية في اللعبة ويمكن للمدربين تطوير خطط تدريب محسّنة تعمل على تحسين استخدام الرياضي مع تقليل خطر الإصابة.

٣ – أجرى بانيل ونشي لي وآخرون panel Wenxi Li et.al. (٢٠٢٣) (٢٥) دراسة بعنوان استعراض للذكاء الاصطناعي في الرياضة تقنيات وتطبيقات " ، وهدفت إلى التعرف على أهمية تقنيات الذكاء الاصطناعي المتطورة في توفر فرصاً جديدة للتطبيقات الرياضية ، وتم استخدام المنهج الوصفي ، وتمثلت العينة في قواعد البيانات ، وكان من أهم النتائج أن الذكاء الاصطناعي قد حقق نتائج واعدة في تعزيز الأداء الرياضي وإدارة المنافسات كما يحدد طرقًا لتقريب الفجوة بين قدرات الذكاء الاصطناعي المتطورة والتطبيقات الرياضية ويقدم رؤى قيّمة للباحثين والممارسين في هذا المجال.

٤ – أجرى **يان كاربوش وآخرون JAN CARBOCH1 et.al. (٢٠٢٣)**(١٨) دراسة بعنوان " الاختلافات بين الجنسين في أداء واستراتيجية الاسكواش على مستوى النخبة (تحليل إحصائي) " ، وهدفت إلى مقارنة خصائص اللعب وسرعة تبادل الضربات (Rally Pace) في مباريات الاسكواش على مستوى النخبة بين الرجال والنساء في بطولات رابطة محترفي الاسكواش (PSA) ، وتم استخدام المنهج التحليلي ، وتمثلت العينة في ٢٥ مباراة من الرجال والسيدات ، وكان من أهم النتائج أن هناك اختلاف كبير في مدة النقطة بين الرجال ٢٥.١ ± ٣.٥ ثانية والنساء١٧.٢ ± ٣.٩ ثانية وسرعة تبادل الضربات (Rally Pace) الرجال: ١.٣٤ ± ٠.٠٥ ثانية ، النساء: ١.٣٩ ± ٠.٠٥ ثانية.

٥ – أجرى **أحمد جاغداش وآخرون Ahmet Çağdaş et.al. (٢٠٢٣)**(٢) دراسة بعنوان "مراجعة حول التكنولوجيا القابلة للارتداء في الرياضة (المفاهيم / التحديات / الفرص) " ، وهدفت إلى استكشاف قياس ومراقبة الأداء الرياضي والوقاية من الإصابات وإعادة التأهيل وتحسين الأداء بشكل عام باستخدام أجهزة استشعار تُلبس على الجسم ، وتم استخدام المنهج التحليلي ، وتمثلت العينة في قواعد البيانات ، وكان من أهم النتائج أن التكنولوجيا القابلة للارتداء تُعد أداة حيوية لتحسين الأداء الرياضي من خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي وتحقيق نتائج أفضل وتوفر الأجهزة رؤى قيمة للمدربين والرياضيين حول تحسين الأداء ومراقبة الصحة والوقاية من الإصابات.

٦ – أجرى **مورتن وآخرون Morten et.al.** (٢٠٢٣)(٢٠) دراسة بعنوان " دقة أجهزة Apple Watch Series 6 و Whoop Band 3.0 في قياس معدل ضربات القلب أثناء تمارين المقاومة " ، وهدفت إلى تحديد دقة قياس معدل ضربات القلب بواسطة الأجهزة القابلة للارتداء من خلال تمارين المقاومة بمختلف درجات الشدة ، وتم استخدام المنهج التجريبي ، وتمثلت العينة في ٢٩ مشاركًا ، وكان من أهم النتائج أن ساعة أبل ووتش سيريس ٦ أظهرت توافقاً عالياً مع جهاز Polar H10 أثناء تمارين القرفصاء والرفعة المميتة والتجديف بالكابل.

٧ – أجرى **كارل جيمس وآخرون Carl James et.al.** (٢٠٢٢)(٩) دراسة بعنوان " العلاقات الفسيولوجية والأدائية للأداء البدني في رياضة الاسكواش " ، وهدفت إلى التحقيق في الخصائص الفسيولوجية والأدائية لدى نخبة من لاعبي الاسكواش ، وتم استخدام المنهج التجريبي ، وتمثلت العينة في ٣١ لاعباً ، وكان من أهم النتائج أن اللياقة القلبية الوعائية (مثل لفة تركيز اللاكتات ٤ ميليمول / لتر) والقدرة على تكرار السرعات (RSA) وسرعة تغيير الاتجاه (COD) وتركيب الجسم ذات أهمية بالغة في تحديد السمات الأدائية للاعبي الاسكواش.

٨ – أجرى **أوليفييه وآخرون OLIVIER et.al.** (٢٠٠٧)(٢٣) دراسة بعنوان " تحليل أداء المباريات ومتطلبات الطاقة لدى نخبة لاعبي الاسكواش " ، وهدفت إلى وصف خصائص اللعب ومتطلبات الطاقة لدى نخبة من لاعبي الاسكواش ، وتم استخدام منهج تحليلي وصفي ، وتمثلت العينة في عدد ٧ من لاعبي الاسكواش المحترفين ، وكان من أهم النتائج أن الاسكواش يتطلب جهداً فسيولوجياً عالياً مما يؤكد على أهمية أنظمة الطاقة الهوائية واللاهوائية ولتحسين أداء اللاعبين يجب على المدربين تخطيط التدريبات بناءً على هذه الخصائص المحددة للرياضة.

سابعاً: إجراءات البحث.

منهج البحث.

استخدم الباحث المنهج التحليلي الوصفي والمنهج التجريبي لملائمتهم لطبيعة هذا البحث.

مجتمع البحث.

تكون مجتمع البحث من لاعبي الاسكواش في رابطة PSA.

عينة البحث.

بلغ عدد عينة البحث أول (٥) بطولات من بين بطولات PSA للموسم الرياضي (٢٠٢٤ / ٢٠٢٥ م) للاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً ، و تم اختيارها بالطريقة " العمدية ".

وسائل جمع البيانات.

أولاً: الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث.

– فيديوهات HD من رابطة المحترفين الاسكواش PSA.

- برامج (Kinovea) لتتبع الحركة مرفق (٥).
- سوار woohp مرفق (٣).
- حزام بولر Polar مرفق (٤).
- ساعة إيقاف.

الإستمارات.

- استمارة تسجيل البيانات الأساسية للاعب (مرفق ١).
- استمارة تسجيل بيانات متغيرات البحث (مرفق ٢).

إجراءات تنفيذ البحث.

- **مرحله ما قبل تنفيذ تجربة البحث.**

تم تحديد بعض نقاط ضعف اللاعب من خلال الملاحظة الموضوعية وكذلك الاطلاع على الدراسات المرجعية (٢/٣/٤/٩/١٣/١٧/١٨/١٩/٢٢/٢٣/٢٧/٢٨) لتحديد متغيرات البحث التحليلية ، ومن ثم تم تحديد الأدوات اللازمة لتنفيذ البحث ، وقد قام الباحث بالتأكد من تواجد وتجربة تشغيل سوار woohp وحزام بولر Polar ، وكذلك وتجربة استخدام برنامج (Kinovea) لتتبع الحركة.

- **مرحله تنفيذ تجربة البحث.**

تم تتبع وتحليل المباريات في أول ٥ بطولات للاعب من بداية موسم ٢٠٢٤ /٢٠٢٥ وهي (CIB / Hong Kong Squash Open / Qatar Classic / Paris Squash / Egyptian Open / Texas Open) ، وذلك لتحليل متغيرات الزمن (النقطة / الشوط/ المباراة) وعدد الخطوات (الشوط / المباراة) والمسافة المقطوعة (الشوط / المباراة) وعدد التسارعات (الشوط / المباراة) وعدد تغيير الاتجاهات (الشوط / المباراة) ومعدل النبض / الشدة وقت اللعب / معدل الوصول للشدة / عدد المباريات ، وذلك من خلال تتبع المعلومات الفورية من سوار woohp وحزام بولر والتي تشمل (عدد الخطوات / المسافة / معدل النبض / الشدة / معدل الوصول للشدة) ، كما تم تحميل فيديوهات كل بطولة لتحليلها على برنامج (Kinovea) لتحديد (عدد التسارعات / تغيير الإتجاه) ، وكذلك تم احتساب زمن النقطة من خلال ساعة إيقاف و زمن كل (شوط/ المباراة) من خلال موقع PSA ، بالإضافة إلى عدد المباريات.

- ومن خلال التحليل تم التوصل إلى أنه يمكن اعتبار أن أقل قيمة في كل المتغيرات هي بمثابة مؤشرات تدريبية لدرجات الحمل المتوسط ، كما تمثل القيم المتوسطة في الجدول مؤشرات تدريبية لدرجة الحمل العالية ، أما أكبر قيمة فتعتبر مؤشرات تدريبية لدرجة الحمل القصوى.
- كما تم الاستدلال ببعض التوجيهات من سوار woohp وحزام بولر في وضع البرنامج التدريبي مرفق (٨).

- تم تطبيق البرنامج التدريبي المقترح الأول مرفق (٧) في الفترة التي تسبق تحضير بطولة Optasia وخلال الفترة البينية لبطولة الجونة وبطولة العالم وذلك حتى الانتهاء من موسم ٢٠٢٤/٢٠٢٥.
- كذلك تم تنفيذ البرنامج التدريبي الثاني لفترة الإعداد مرفق (٦) للموسم التدريبي التالي ٢٠٢٥/٢٠٢٦.

ثامناً: المعالجات الإحصائية المستخدمة في البحث.

استخدم الباحث المتوسط الحسابي ، وذلك لملائمته لطبيعة تلك الدراسة والقياسات المستخدمة فيها.

تاسعاً: عرض ومناقشة النتائج.

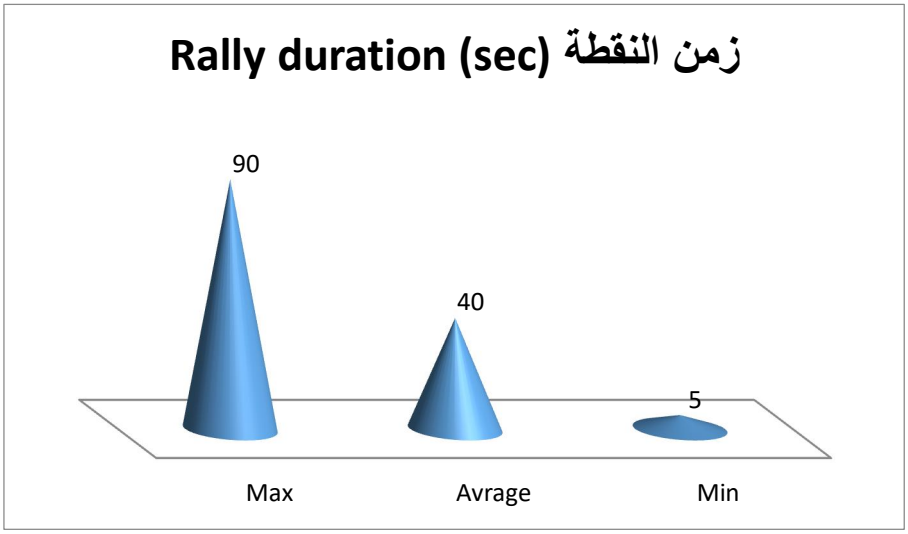
أولاً: عرض النتائج.

جدول (١)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الزمن (النقطة / الشوط / المباراة)

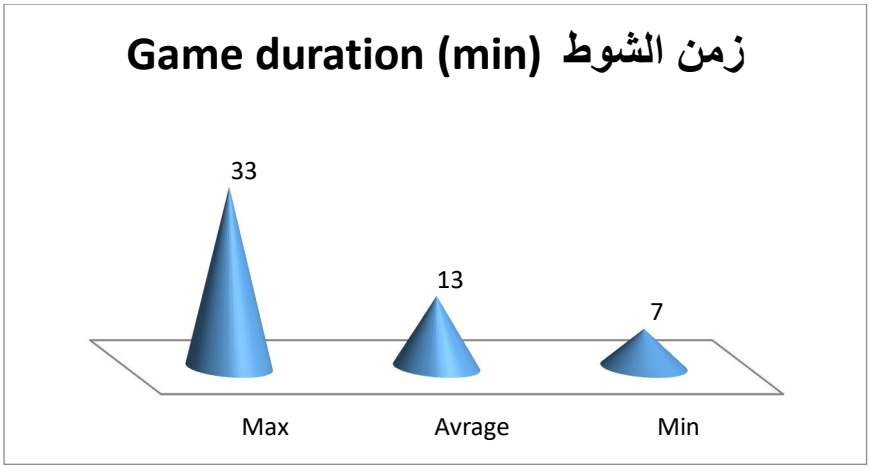
المتغيرات	أقل قيمة	متوسط القيمة	أكبر قيمة
زمن النقطة Rally duration (sec)	٥ ثوانٍ	٤٠ ثانية	أكثر من ٩٠ ثانية
زمن الشوط Game duration (min)	٧ دقائق	١٣ دقيقة	٣٣ دقيقة
زمن المباراة Match duration (min)	٣٠ دقيقة	٤٩ دقيقة	أكثر من ٩٠ دقيقة

يشير الجدول إلى المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الزمن (النقطة / الشوط / المباراة)



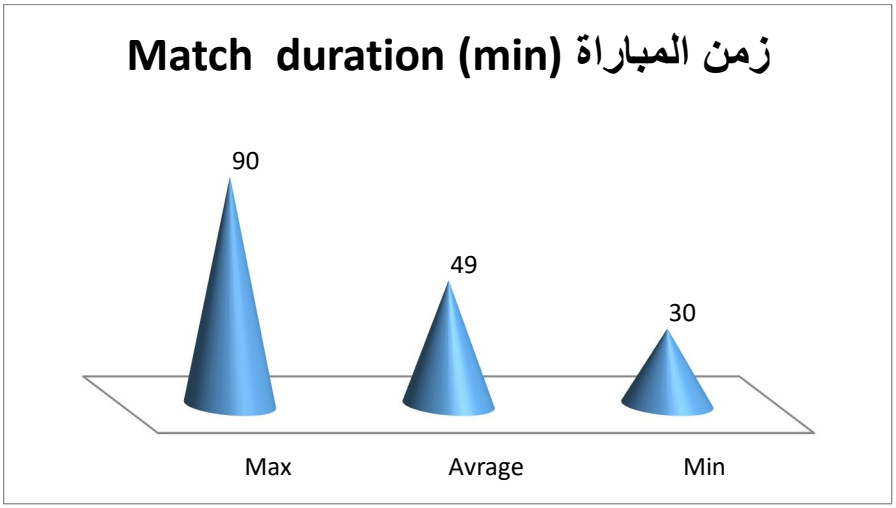
شكل (١)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الزمن (النقطة)



شكل (٢)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الزمن (الشوط)



شكل (٣)

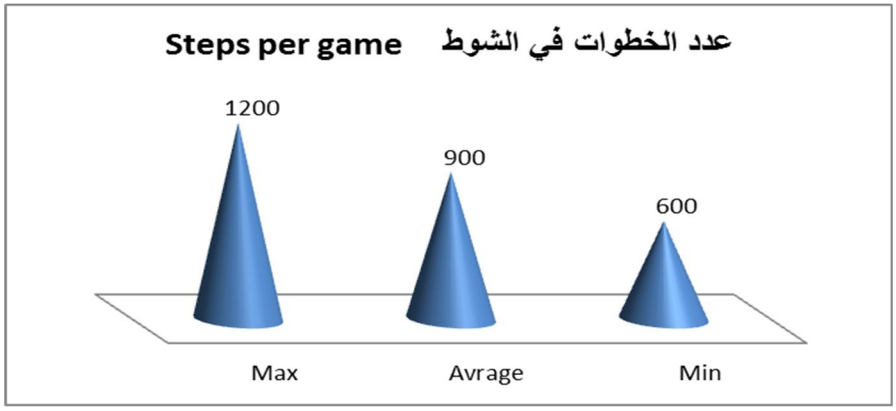
المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الزمن (المباراة)

جدول (٢)

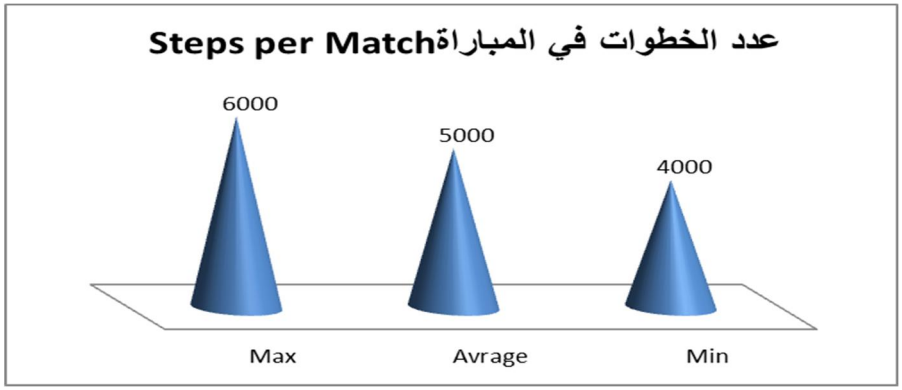
المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات عدد الخطوات و المسافة (الشوط / المباراة)

المتغيرات	أقل قيمة	متوسط القيمة	أكبر قيمة
عدد الخطوات في الشوط Steps per game	٦٠٠	٩٠٠	١٢٠٠
عدد الخطوات في المباراة Steps per match	٤٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
المسافة في الشوط Distance per game (m)	٢٥٥ متراً	١١٢٠ متراً	١٤٥٠ متراً
المسافة في المباراة Distance per match (km)	2.5كيلومتر	3.5كيلومتر	٥ كيلومترات

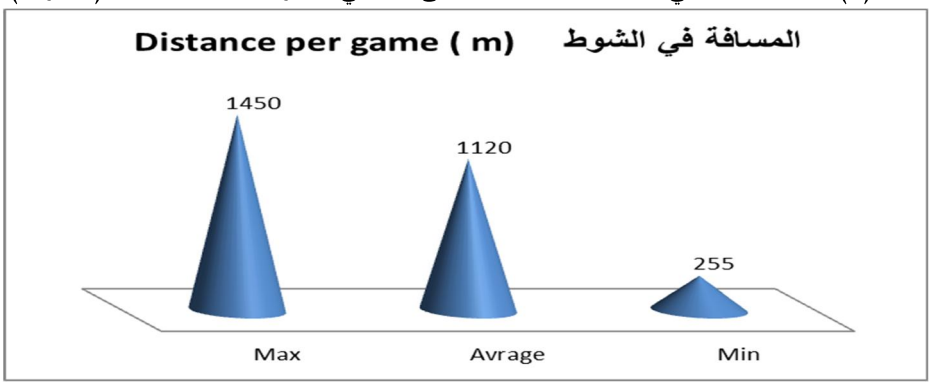
يشير الجدول إلى المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات عدد الخطوات و المسافة (الشوط / المباراة)



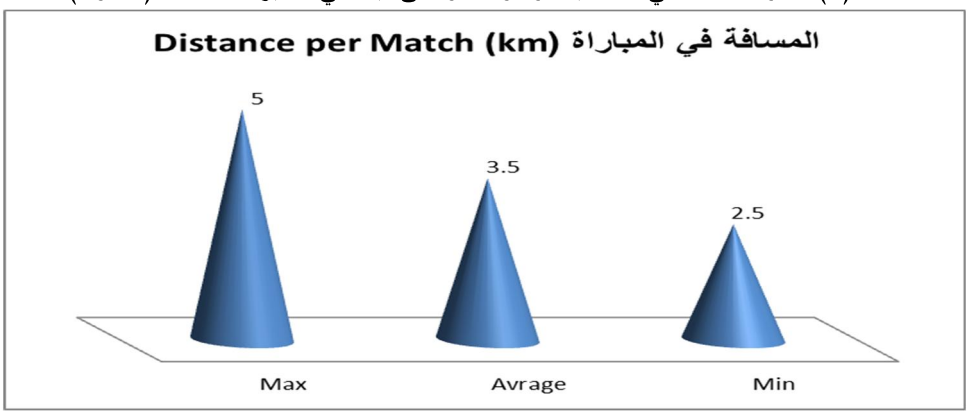
شكل (٤) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات عدد الخطوات (الشوط)



شكل (٥) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات عدد الخطوات (المباراة)



شكل (٦) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات لمسافة (الشوط)



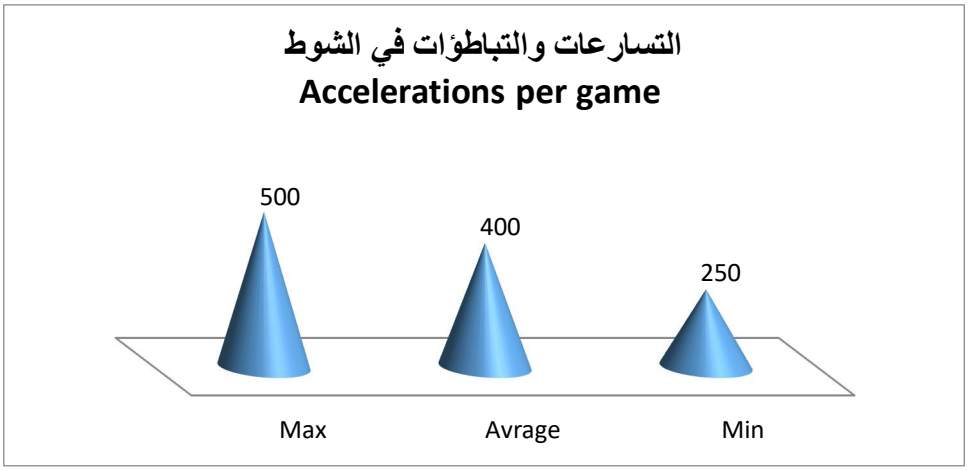
شكل (٧) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات مسافة (المباراة)

جدول (٣)

المتوسط الحسابي لأقل ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة (الشوط / المباراة)

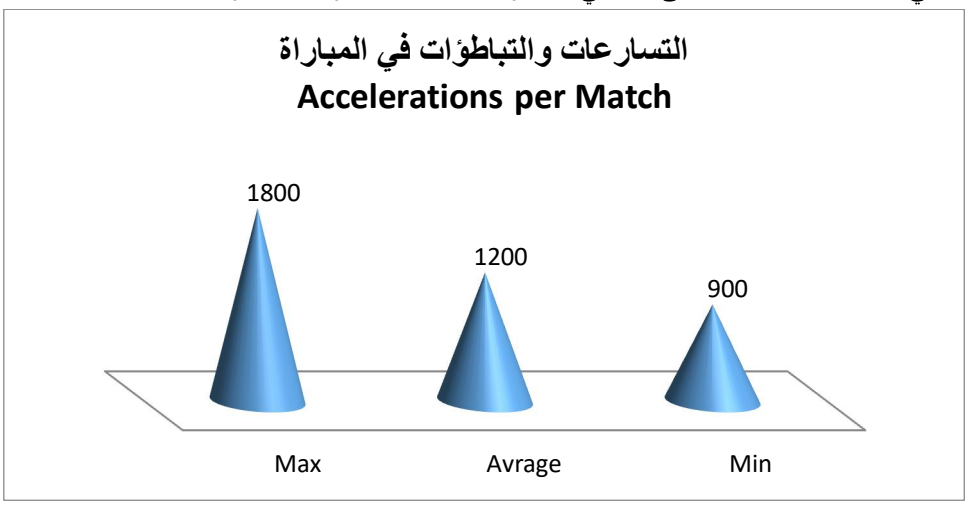
المتغيرات	أقل قيمة	متوسط القيمة	أكبر قيمة
التسارعات والتباطؤات في الشوط Accelerations per game	٢٥٠	٤٠٠	٥٠٠
التسارعات والتباطؤات في المباراة Accelerations per match	٩٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠
عدد تغيرات الاتجاه في الشوط Changes of direction per game	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
تغيرات في الاتجاه المباراة Direction changes per match	٧٠٠	٩٥٠	١٢٠٠

يشير الجدول إلى المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة (الشوط / المباراة)



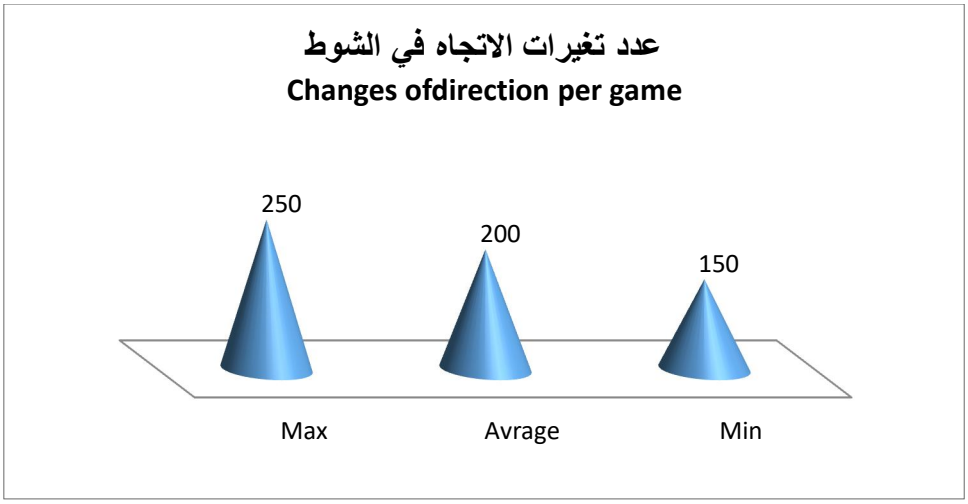
شكل (٨)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة التسارعات والتباطؤات (الشوط)



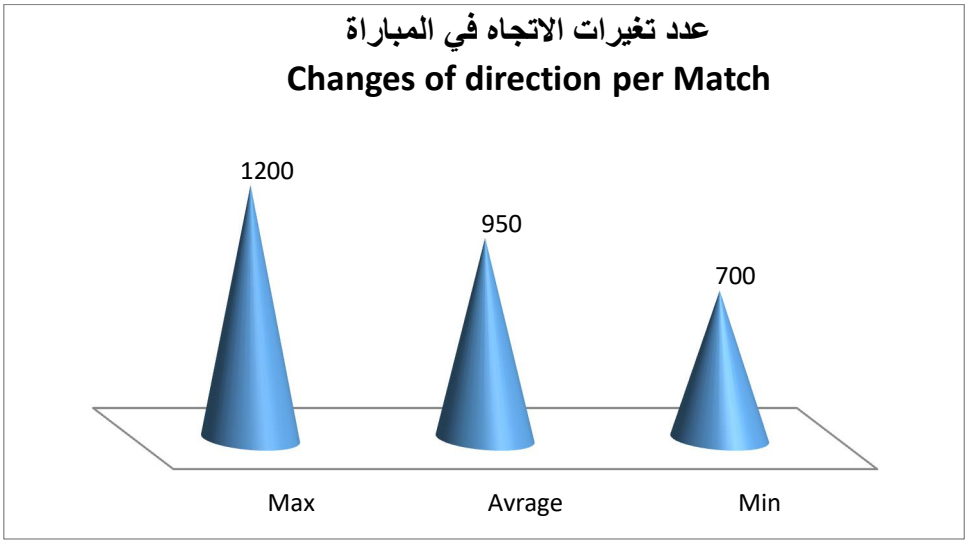
شكل (٩)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة التسارعات والتباطؤات (المباراة)



شكل (١٠)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة في تغيرات الاتجاه (الشوط)



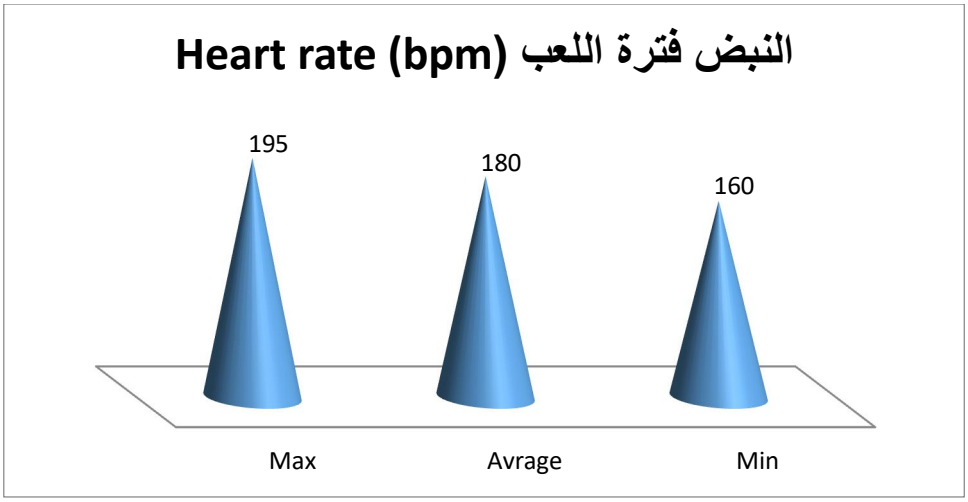
شكل (١١)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في المتغيرات الميكانيكية المرتبطة بالسرعة في تغيرات الاتجاه (المباراة)

جدول (٤) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الشدة

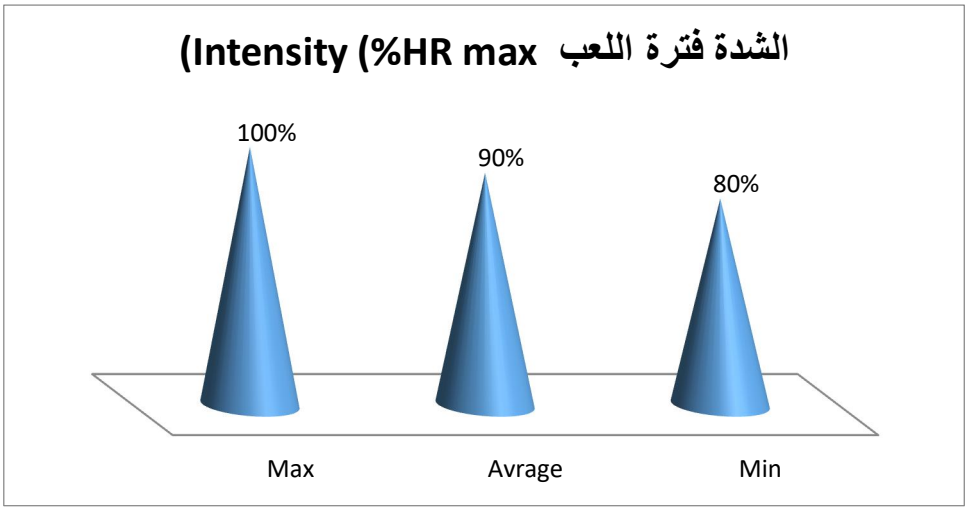
المتغيرات	أقل قيمة	متوسط القيمة	أكبر قيمة
النبض (فترة اللعب) Heart rate (bpm)	١٦٠	180	١٩٥
الشدة (فترة اللعب) Intensity (%HR max)	٨٠٪	%90	١٠٠٪
معدل الوصول للشدة في المباراة Match intensity rate	٢٠٪	70%	١٠٪

يشير الجدول إلى المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الشدة



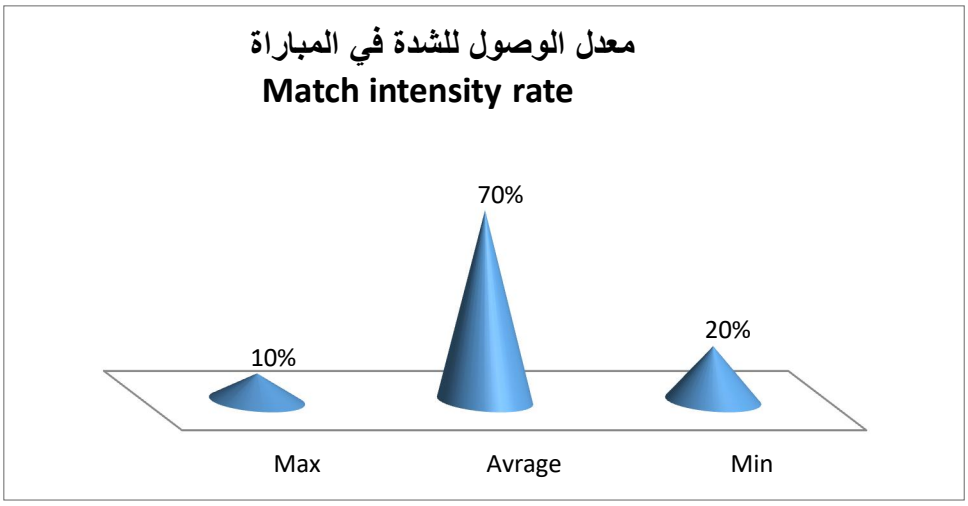
شكل (١٢)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الشدة (النبض)



شكل (١٣)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الشدة (فترة اللعب)



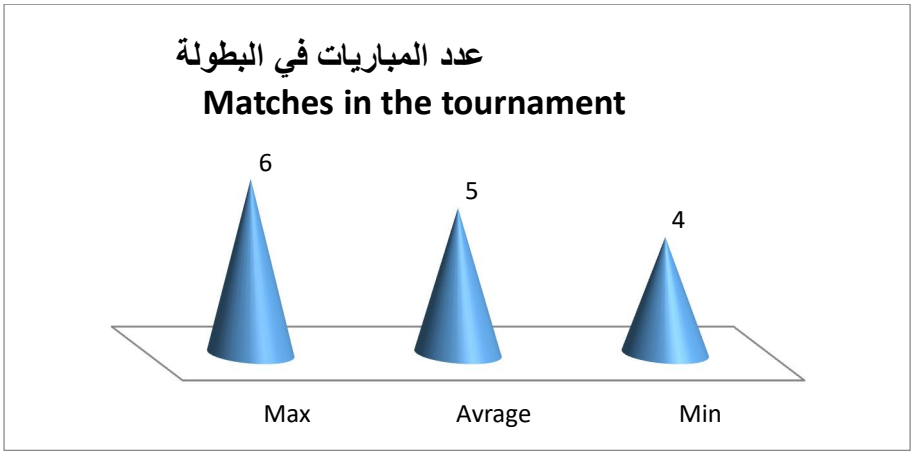
شكل (١٤)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في متغيرات الشدة معدل الوصول للشدة في المباراة

جدول (٥) المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في عدد مباريات اللعب في البطولات

المتغيرات	أقل قيمة	متوسط القيمة	أكبر قيمة
عدد المباريات في البطولة Matches in the tournament	٤	5	٦

يشير الجدول إلى المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في عدد مباريات اللعب في البطولات



شكل (١٥)

المتوسط الحسابي لأقل قيمة ومتوسط وأعلى قيمة في عدد مباريات اللعب في البطولات

ثانياً: مناقشة النتائج.

يتضح من جدول (١) أن زمن النقطة يتراوح ما بين ٥ ثوانٍ و ٩٠ ثانية أو أكثر بمتوسط ٤٠ ثانية ، وهذا التباين الكبير يدل على أن اللاعب يجب أن يكون مستعداً لتبادلات قصيرة وحادة ، بالإضافة إلى تبادلات طويلة وشاقة ، بينما يبلغ متوسط زمن الشوط ١٣ دقيقة وقد يصل إلى ٣٣ دقيقة ، وهذا يؤكد أن كل شوط في مباراة النخبة يمثل تحدياً بدنياً منفصلاً ويتطلب مستويات عالية من التحمل ، أما زمن المباراة يصل متوسطه إلى ٤٩ دقيقة ويمكن أن تمتد المباراة لأكثر من ٩٠ دقيقة ، وهذا يوضح ضرورة وجود قدرة تحمل عالية جداً ، حيث يمكن أن تستمر المباراة لفترة تطول عن ذلك.

ويتضح من جدول (٢) أن عدد متوسط الخطوات يبلغ ٩٠٠ خطوة في الشوط الواحد وقد يصل إلى ١٢٠٠ خطوة كحد أقصى ، بينما متوسط عدد الخطوات في المباراة يبلغ ٥٠٠٠ خطوة وقد يصل إلى ٦٠٠٠ خطوة ، و تُظهر هذه الأرقام أن اللعبة تتطلب حركة مستمرة وقوية ، مما يجعل الإسكواش رياضة تتطلب جهداً بدنياً كبيراً ، بينما تم ملاحظة أن المسافة المقطوعة قد تصل إلى ١١٢٠ متراً في الشوط الواحد و٣.٥ كيلومتر في المباراة ، وهذا يبرز طبيعة اللعبة التي تتطلب تغطية مساحة الملعب بالكامل.

كما يتضح من جدول (٣) أن التسارعات والتباطؤات يبلغ متوسطها ٤٠٠ في الشوط و١٢٠٠ في المباراة ، وهذا يدل على أن اللاعب يقوم بتغيرات متكررة في السرعة ، مما يضع

ضغطاً كبيراً على العضلات طول المباراة ، وكذلك تغيرات الاتجاه الذي يبلغ متوسطها ٢٠٠ في الشوط و٩٥٠ في المباراة ، وهذه الحركة المتعددة الاتجاهات تؤكد على أهمية السرعة والرشاقة.

ويؤكد في هذا الصدد جيرارد وآخرون Girard et al.(٢٠٠٧)(١٥) إلى أن لاعبي النخبة في الإسكواش يواجهون ضغطاً بدنياً عالياً يتمثل في سرعات متغيرة وتغير اتجاه مستمر وحركات انفجارية متكررة خلال فترات زمنية قصيرة ، كما يؤكد ليز Lees (٢٠٠٣)(١٩) أن تحليل زمن اللعب الحقيقي ومدة الاستراحة بين النقاط وعدد التغيرات الحركية له دور كبير في تصميم برامج تدريب مناسبة.

كما يتضح من جدول (٤) أن معدل ضربات القلب يتراوح أثناء اللعب بين ١٦٠ و١٩٥ نبضة في الدقيقة ، بمتوسط ١٨٠ نبضة في الدقيقة ، وهذا يشير إلى أن اللعبة تمارس بشدة عالية جداً، وتعتمد بشكل كبير على النظام الهوائي واللاهوائي ، أما الشدة تصل متوسطها أثناء اللعب إلى ٩٠٪ من الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب وقد تصل إلى ١٠٠٪ ، وهذا يؤكد على أن الإسكواش يتطلب جهداً بدنياً شبه أقصى طوال المباراة.

وهذا ما يؤكده أوليفييه وآخرون OLIVIER et.al.(٢٠٠٧)(٢٣) أن الاسكواش يتطلب جهداً فسيولوجياً عالياً ، مما يؤكد على أهمية أنظمة الطاقة الهوائية واللاهوائية ، ولتحسين أداء اللاعبين يجب على المدربين تخطيط التدريبات بناءً على هذه الخصائص المحددة للرياضة.

وقد توصل سوميت جاين Sumit Jain (٢٠٢٥)(٢٧) إلى أن النماذج التحليلية المشتقة من الذكاء الاصطناعي تساعد المدربين على فهم أفضل اللاعبين وحركاتهم ومساهمتهم الإجمالية في اللعبة ، ويمكن للمدربين تطوير خطط تدريب محسّنة تعمل على تحسين استخدام الرياضي مع تقليل خطر الإصابة.

كما يؤكد بنيل لي ونِشي وآخرون panelWenxi Li et.al. (٢٠٢٣)(٢٥) على أن الذكاء الاصطناعي قد حقق نتائج واعدة في تعزيز الأداء الرياضي وإدارة المنافسات ، كما يحدد طرقاً لتقريب الفجوة بين قدرات الذكاء الاصطناعي المتطورة والتطبيقات الرياضية ، ويقدم رؤى قيّمة للباحثين والممارسين في هذا المجال.

ويتفق مع ذلك أحمد جاغداش وآخرون Ahmet Çağdaş et.al. (٢٠٢٣)(٢) حيث يشير إلى أن التكنولوجيا القابلة للارتداء أداة حيوية لتحسين الأداء الرياضي من خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي وتحقيق نتائج أفضل ، وتوفر الأجهزة رؤى قيمة للمدربين والرياضيين حول تحسين الأداء ومراقبة الصحة والوقاية من الإصابات.

وتؤكد دراسة نيوسوم وآخرون Newsome et al. (2024) (٢١) أن الأجهزة القابلة للارتداء هي أحد أهم الاتجاهات العالمية في مجال اللياقة والصحة لعام ٢٠٢٤ ، وتشير إلى أن دورها سيستمر

في التوسع.

ويؤكد دريلر وآخرون Driller, M.W. et al. (2023) (١٢) على دور تكنولوجيا تتبع النوم في الرياضة ، ويوضح أن هذه الأجهزة توفر رؤى قيمة للرياضيين والمدربين ، وذلك على الرغم من أن بعض مقاييسها الخاصة قد لا تكون واضحة تماماً.

وقد أكدت دراسات كلاً من باريس وباتون Barris & Button, (٢٠٠٨)(٤) على أهمية استخدام أنظمة تتبع الحركة لتحليل مهارات اللاعبين داخل الملعب ، حيث تساعد المدربين على ملاحظة جوانب لا تُرصد بالعين المجردة ، وتُعد برامج مثل Kinovea وDartfish من الوسائل الشائعة لهذا الغرض.

وهذا ما أثبتته دراسة كلاً من تشانغ وآخرون Zhang et al. (٢٠٢١)(٢٨) ، بوت وآخرون Butte et.al. (٢٠١٢) (٨) أن دمج تقنيات الـ AI في تقييم الأداء يساعد على تقديم مؤشرات كمية دقيقة لمستوى اللاعب ، ويمكن استخدامها لتخصيص خطط تدريب فردية.

ويتفق في هذا الصدد إبراهيم وآخرون Ibrahim et al. (2024) (١٧) ، بيك وآخرون Peake et.al. (٢٠١٨) (٢٦) على أن استخدام الأجهزة القابلة للارتداء لمراقبة الوظائف الفسيولوجية مثل معدل التنفس ودرجة حرارة الجلد ومستوى الأكسجين في الدم ومعدل ضربات القلب (HR) وتقلب معدل ضربات القلب (HRV) أثناء النوم ، قد تقدم رؤى إضافية حول عملية التعافي والتكيف مع التدريب.

ويضيف كلاً من بوخايت وآخرون Buchheit et.al. (٢٠١٤)(٧) ، بودرو وآخرون Boudreau et.al. (٢٠١٣) (٦) أنه على الرغم من إمكانية مراقبة هذه المؤشرات أيضاً خلال ساعات اليقظة إلا أن وقت النوم يعتبر حالة معيارية ، حيث تكون الاضطرابات الخارجية في حدها الأدنى ، مما يجعله فرصة مثالية لملاحظة التغيرات الهامة في الوظائف الفسيولوجية.

ويتفق مع ذلك نووتيلا Nuuttila (٢٠٢٢)(٢٢) حيث أُفاد بأن معدل ضربات القلب وتقلبها أثناء النوم تعتبر مقاييس موثوقة لتقييم الاستجابات الداخلية لحِمل التدريب ، وهو ما أكده حقائق وآخرون Haghayegh et.al. (٢٠١٩)(١٦).

ويؤكد كلاً من ألتيني وآخرون Altini et.al. (٢٠٢١)(٣) ، دي زامبوتّي وآخرون de Zambotti et.al. (٢٠١٩)(١١) على أنه تماشياً مع الشعبية المتزايدة للأجهزة القابلة للارتداء فقد أصبح تتبع النوم أكثر انتشاراً بما في ذلك بين الرياضيين ، حيث يُعد تخطيط النوم المتعدد (Polysomnography - PSG) المعيار الذهبي لتسجيل النوم والعديد من الإشارات الفسيولوجية الأخرى.

ويؤكد كلاً من فولاغار وآخرون Fullagar et. al. (٢٠٢٣)(١٤) ، بوستاني وآخرون

Boostani et al. (2017) (٥) على أن هناك علاقة بين النوم والأداء الرياضي وأن تنظيم الهرمونات أثناء النوم يلعب دوراً رئيسياً في إصلاح العضلات والتعافي.

ويوضح كرافن، ج. وآخرون Craven, J. et al. (2022) (١٠) أن الحرمان الحاد من النوم يؤثر على الأداء البدني ، كما يؤكد على أن قلة النوم تؤثر سلباً على الأداء البدني ، وهو ما أكده نووتيلا، أ.ب. وآخرون Nuuttila O.P. et al. (2022) (٢٢).

ويؤكد دوكينغ وآخرون Düking et al. (2018) (١٣) ، بيك وآخرون Peake et al. (2018) (٢٦) على أن مراقبة حمل التدريب باستخدام تطبيقات الهواتف الذكية والأجهزة القابلة للارتداء ، تعد ذات أهمية لتعديل أنشطة الحياة اليومية للاعبين.

وبذلك تُظهر هذه البيانات أن نجاح المستوى العالي في الإسكواش ليس مجرد مهارة فنية بل هو مزيج من القدرة البدنية الفائقة والتحمل والسرعة والرشاقة والقدرة على تحمل الجهد العالي والمتكرر ، ويجب على اللاعب أن يكون قادراً على التكيف مع التغيرات المفاجئة في إيقاع اللعب والتعافي بسرعة بين النقاط ، وهذه التحليلات توفر للمدربين والرياضيين فهماً عميقاً للمتطلبات الحقيقية للعبة ، مما يساعدهم في تصميم برامج تدريبية أكثر فعالية.

لذا قد لا يعد دمج التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي في التحليل البدني والتحليل الحركي باستخدام أجهزة القابلة للارتداء وأجهزة تتبع الحركة رفاهية ، بل ضرورة منهجية استراتيجية لضمان الوصول إلى أعلى مستوى من الجاهزية البدنية والفنية الخاصة باللاعب.

لذلك يمكن من خلال العرض التحليلي لمتغيرات البحث السابقة وفق الجداول اعتبار أن أقل قيمة في كل المتغيرات هي بمثابة مؤشرات تدريبية لدرجات الحمل المتوسط ، كما تمثل القيم المتوسطة في الجدول مؤشرات تدريبية لدرجة الحمل العالية ، أما أكبر قيمة فتعتبر مؤشرات تدريبية لدرجة الحمل القصوى.

وبذلك قد يكون تمت الإجابة على التساؤل الأول للبحث "**ما هو البرنامج التدريبي المبني على تحليل الذكاء الاصطناعي المناسب للاعب مصطفى عسل المصنف الأول على العالم في الاسكواش**" .

البطولات التي فاز بها خلال موسم ٢٠٢٤/٢٠٢٥ بعد تنفيذ البرنامج الأول مرفق (٧):

- بطولة أوبتاشيا (Optasia Championships).
- بطولة الجونة الدولية (El Gouna International).
- بطولة العالم (World Championships).
- بطولة بالم هيلز للاسكواش المفتوحة (Palm Hills Squash Open).

والجدير بالذكر أن اللاعب كان في المركز الثاني في التصنيف العالمي وقد تصدر التصنيف العالمي للإسكواش بعد بطولة الجون وحتى الأن.

وكذلك البطولات التي فاز بها خلال موسم ٢٠٢٥/٢٠٢٦ بعد تنفيذ برنامج الإعداد الثاني مرفق (٦):

- بطولة CIB المصرية المفتوحة (CIB Egyptian Open).

وبذلك قد يكون تمت الإجابة على التساؤل الثاني للبحث " **هل البرنامج التدريبي المبني على تحليل الذكاء الاصطناعي يحسن الأداء بنسبة أكبر من البرامج التقليدية** ".

عاشراً: الإستخلاصات والتوصيات.

إستخلاصات البحث. في حدود هذه الدراسة واسترشاداً بأهدافها والخطوات المتبعة للإجابة على تساؤلات البحث ، وفي حدود الإجراءات التي أتبعها الباحث ، وفى حدود عينه البحث توصل الباحث إلى الاستخلاصات التالية:

- أن الإسكواش رياضة متقطعة ذات شدة قصوى ، وقد يصل معدل النبض إلى (١٩٥ نبضة/دقيقة) بفترة ليست بالقليلة من زمن الشوط والمباراة .
- أن ٧٠٪ من زمن المباراة يكون ذات شدة عالية تتراوح ما بين ٨٠- ٩٠ % ، و ٢٠ % من زمن المباراة يكون في منطقة الشدة المتوسطة.
- تتطلب مباراة الأسكواش الواحدة قدرة فائقة على تحمل ما يصل إلى ١٢٠٠ تغيير في الاتجاه وما يزيد عن ١٨٠٠ تسارع وتباطؤ، مما يؤكد على ضرورة تدريب القوة الانفجارية وكفاءة الحركة.
- أن الاعتماد على الملاحظة العينية غير كافٍ ؛ حيث لابد من استخدام أدوات ذكية لتوفير بيانات كمية دقيقة (Kinetometrics) حول الحمل الحركي اللحظي.
- التوصل إلى تحديد ثلاثة مستويات دقيقة للحمل التدريبي (المتوسط / العالي / الأقصى) استناداً إلى الحدود الدنيا والقصوى والمتوسطة لمتغيرات الأداء الناتجة عن التحليل.
- لمراقبة التعافي والإستشفاء المستمر يجب إدماج تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء لمراقبة متغيرات (كالنوم وتقلّب معدل ضربات القلب – HRV) ، وذلك لضمان جاهزية اللاعب لتحمل الأحمال القصوى.
- أثبت البرنامج التدريبي القائم على التحليل كفاءته ، إذ أدى تطبيقه إلى فوز اللاعب ببطولات كبرى من ضمنها بطولة العالم وتصدر التصنيف العالمي للأسكواش.

التوصيات: في ضوء إستخلاصات البحث يوصي الباحث بما يلي:

- ضرورة تحليل الأداء للاعبي الألعاب الفردية لوضع برنامج تدريبي وفق متطلبات المنافسة وإمكانيات اللاعبين.
- ضرورة استخدام ادوات الذكاء الاصطناعي في التحليل والقياس للاعبين.
- ضرورة استخدام الأجهزة القابلة للارتداء أمثلة سوار **woohp** وحزام بولر ذات التغذية الراجعية للتعرف على جودة النوم والاستشفاء والعديد من المتغيرات الفسيولوجية.
- ضرورة تطبيق فكرة البحث على العديد من اللاعبين والرياضات المختلفة.
- ضرورة عمل دراسة مقارنة بين بيانات لاعبي الاسكواش رجال ونساء وناشئين وناشئات.
- ضرورة دمج تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تحليل الأداء البدني للاعب النخبة

المراجع.

أولاً: المراجع الأجنبية

1. Abdullah, M. R., Musa, R. M., Maliki, A. B. H. M, Kosni, A. N. & Suppiah P. K. (2016). Development of tablet application based notational analysis system and the establishment of its reliability in soccer. Journal of Physical Education and Sport, 16(3), 951-956. Abian-
2. Ahmet Çağdaş Seçkin, Bahar Ateş, Mine Seçkin:Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities. 10 August 2023 / Revised: 11 September 2023 / Accepted: 14 September 2023 / Published: 17 September 2023
3. Altini, M.; Kinnunen, H. The Promise of Sleep: A Multi-Sensor Approach for Accurate Sleep Stage Detection Using the Oura Ring. Sensors 2021, 21, 4302. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
4. Barris, S., & Button, C. (2008). A review of vision-based motion analysis in sport. Sports Medicine, 38(12), 1025–1043. https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00006
5. Boostani, R.; Karimzadeh, F.; Nami, M. A comparative review on sleep stage classification methods in patients and healthy individuals. Comput. Methods Programs Biomed. 2017, 140, 77–91. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
6. Boudreau, P.; Yeh, W.H.; Dumont, G.A.; Boivin, D.B. Circadian variation of heart rate variability across sleep stages. Sleep 2013, 36, 1919–1928. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Buchheit, M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? Front. Physiol. 2014, 5, 73. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
8. Butte, N.F.; Ekelund, U.; Westerterp, K.R. Assessing physical activity using wearable monitors: Measures of physical activity. Med. Sci. Sports Exerc. 2012, 44 (Suppl. S1), 5–12. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
9. Carl James [1], Timothy Jones [1], Saro Farra [2]:Physiological and Performance Correlates of Squash Physical Performance. J Sports Sci Med. 2022 Feb 15;21(1):82-90. doi: 10.52082/jssm.2022.82. eCollection 2022 Mar.
10. Craven, J.; McCartney, D.; Desbrow, B.; Sabapathy, S.; Bellinger, P.; Roberts, L.; Irwin, C. Effects of Acute Sleep Loss on Physical Performance: A Systematic and Meta-Analytical Review. Sports Med. 2022, 52, 2669–2690. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
11. de Zambotti, M.; Cellini, N.; Goldstone, A.; Colrain, I.M.; Baker, F.C. Wearable Sleep Technology in Clinical and Research Settings. Med. Sci. Sports Exerc. 2019, 51, 1538–1557. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
12. Driller, M.W.; Dunican, I.C.; Omond, S.E.T.; Boukhris, O.; Stevenson, S.; Lambing, K.; Bender, A.M. Pyjamas, Polysomnography and Professional Athletes: The Role of Sleep Tracking Technology in Sport. Sports 2023, 11, 14. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
13. Düking, P.; Achtzehn, S.; Holmberg, H.C.; Sperlich, B. Integrated Framework of Load Monitoring by a Combination of Smartphone Applications, Wearables and Point-of-Care Testing Provides Feedback that Allows Individual Responsive Adjustments to Activities of Daily

Living. Sensors 2018, 18, 1632. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

14. Fullagar, H.H.K.; Vincent, G.E.; McCullough, M.; Halson, S.; Fowler, P. Sleep and Sport Performance. J. Clin. Neurophysiol. 2023, 40, 408–416. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

15. Girard, O., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2007). Effects of the playing surface on plantar pressures and perceived comfort in squash players. British Journal of Sports Medicine, 41(5), 332–336. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.031419

16. Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR. Accuracy of purepulse photoplethysmography technology of fitbit charge 2 for assessment of heart rate during sleep. Chronobiol Int. 2019;36(7):927–933. doi:10.1080/07420528.2019.1596947

17. Ibrahim, A.H.; Beaumont, C.T.; Strohacker, K. Exploring Regular Exercisers' Experiences with Readiness/Recovery Scores Produced by Wearable Devices: A Descriptive Qualitative Study. Appl. Psychophysiol. Biofeedback 2024, 49, 395–405. [Google Scholar] [CrossRef]

18. JAN CARBOCH1 , PŘEMYSL DUŠEK2 :Gender differences in squash performance and strategy at the elite level: a notational analysis .Published online: April 30, 2023 (Accepted for publication April 15, 2023) DOI:10.7752/jpes.2023.04126

19. Lees, A. (2003). Science and the major racket sports: a review. Journal of Sports Sciences, 21(9), 707–732. https://doi.org/10.1080/0264041031000140275

20. Morten Pallisgaard Støve , Emil Christian Kjær Hansen :Accuracy of the Apple Watch Series 6 and the Whoop Band 3.0 for assessing heart rate during resistance exercises. J Sports Sci. 2022 Dec;40(23):2639-2644. doi: 10.1080/02640414.2023.2180160. Epub 2023 Feb 19.

21. Newsome, A.; Reed, R.; Sansone, J.; Batrakoulis, A.; McAvoy, C.; Parrott, M. 2024 ACSM Worldwide Fitness Trends: Future Directions of the Health and Fitness Industry. ACSM's Health Fit. J. 2024, 28, 14–26. [Google Scholar] [CrossRef]

22. Nuuttila, O.P.; Seipäjärvi, S.; Kyröläinen, H.; Nummela, A. Reliability and Sensitivity of Nocturnal Heart Rate and Heart-Rate Variability in Monitoring Individual Responses to Training Load. Int. J. Sports Physiol. Perform. 2022, 17, 1296–1303. [Google Scholar] [CrossRef]

23. OLIVIER GIRARD, 1 RENAUD CHEVALIER, 2 MICKAEL HABRARD, 2 PAUL SCIBERRAS, 2 PHILIPPE HOT, 2 AND GRE´ GOIRE P. MILLET3 :Game Analysis and Energy Requirements of Elite Squash. Journal of Strength and Conditioning Research, 2007, 21(3), 909–914 2007 National Strength & Conditioning Association

24. Olli-Pekka Nuuttila. Daniela Schäfer Olstad Kaisu Martinmäki Arja Uusitalo Heikki Kyröläinen:Monitoring Sleep and Nightly Recovery with Wrist-Worn Wearables: Links to Training Load and Performance Adaptations.Submission received: 31 October 2024 / Revised: 9 January 2025 / Accepted: 14 January 2025 / Published: 17 January 2025. *Sensors* 2025, *25*(2), 533; https://doi.org/10.3390/s25020533

25. panelWenxi Li [a], Moran Liu [a], Jiaxin Liu [a], Baosheng Zhang [a], Tao Yu [a], Yuchen Guo [a], Qionghai Dai [a]:A review of artificial intelligence for sports: Technologies and applications. April 30, 2023 https://doi.org/10.1016/j.ish.2025.05.001Get rights and content

26. Peake, J.M.; Kerr, G.; Sullivan, J.P. A Critical Review of Consumer Wearables, Mobile

Applications, and Equipment for Providing Biofeedback, Monitoring Stress, and Sleep in Physically Active Populations. Front. Physiol. 2018, 9, 743. [Google Scholar] [CrossRef]

27. Sumit Jain : AI in Sports: Deep Learning Models for Player Performance Analysis and Injury Prediction .ISSN: 2321–7529 (Online) ISSN: 2321–7510 (Print) International Journal of Research and Technology Volume 13, Issue 1, Febuary_2025 www.ijrt.org 11
28. Zhang, H., Liu, Y., Wang, L., & Jin, Y. (2021). Deep learning for sports performance analysis: Applications and challenges. Journal of Sports Analytics, 7(4), 235–248. https://doi.org/10.3233/JSA-210652

ثانياً: شبكة الإنترنت

29. support.whoop.com
30. https://support.whoop.com/s/article/WHOOP-Sleep?language=en_US
31. https://www.polar.com/blog/polar-h10-new-colors/?srsltid=AfmBOopPRoYn5oH-p_3XZNjIwXYAQcPN405ITmxjiFyg4CQPSGEqbqr5

ملخص البحث

تحليل الأداء البدني في مباريات الإسكواش للاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي كأساس لوضع برنامج تدريبي (دراسة حالة)

أ.م.د/ الحسن عبد المجيد حسن

شهدت العقود الأخيرة تطوراً كبيراً في أساليب تحليل الأداء الرياضي ، خاصة مع دخول أدوات الذكاء الاصطناعي وتقنيات تحليل الفيديو، مما أدى إلى دقة أعلى في تقييم الجهد البدني وتحديد مناطق القوة والضعف لدى اللاعبين ، حيث تُعد رياضة الإسكواش من أكثر الرياضات التي تعتمد على التحمل والقوة الانفجارية وردود الفعل السريعة ، وهو ما يجعل تحليل الأداء البدني ضرورة وليس رفاهية ، خاصة مع لاعبي المستوى العالي ، هَدَفَ البحث إلى تحليل الحمل البدني الواقع على اللاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً أثناء المباريات باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتصميم برنامج تدريبي بدني واقعي وفعّال بناءً على البيانات المستخرجة ، منهج البحث استخدم الباحث المنهج التحليلي الوصفي والمنهج التجريبي لملائمتهم لطبيعة هذا البحث ، بلغ عدد عينة البحث أول (٥) بطولات من بين بطولات PSA للموسم الرياضي (٢٠٢٤ / ٢٠٢٥ م) للاعب مصطفى عسل المصنف الأول عالمياً ، و تم اختيارها بالطريقة " العمدية " ، وكان من أهم النتائج أن ٧٠٪ من زمن المباراة يكون ذات شدة عالية تتراوح ما بين ٨٠– ٩٠ % ، و ٢٠ % من زمن المباراة يكون في منطقة الشدة المتوسطة ، تتطلب مباراة الأسكواش الواحدة قدرة فائقة على تحمل ما يصل إلى ١٢٠٠ تغيير في الاتجاه وما يزيد عن ١٨٠٠ تسارع وتباطؤ، مما يؤكد على ضرورة تدريب القوة الانفجارية وكفاءة الحركة ، لمراقبة التعافي والإستشفاء المستمر يجب إدماج تكنولوجيا الأجهزة القابلة للارتداء لمراقبة متغيرات (كالنوم وتقلّب معدل ضربات القلب – HRV) ، أدى تطبيق البرنامج إلى فوز اللاعب ببطولات كبرى من ضمنها بطولة العالم وتصدر التصنيف العالمي للأسكواش.

Abstract

Analysis of Physical Performance in Squash Matches for the World No. 1 Player Mostafa Asal Using Artificial Intelligence Technology as a Basis for Developing a Training Program (Case Study)

Dr. El-Hassan Abdel-Majeed Hassan

The past decades have witnessed a significant evolution in methods of sports performance analysis, particularly with the introduction of Artificial Intelligence (AI) tools and video analysis techniques. This has led to higher accuracy in evaluating physical effort and identifying players' strengths and weaknesses. Squash is considered one of the most demanding sports, relying heavily on endurance, explosive power, and quick reaction times, making physical performance analysis a necessity, not a luxury, especially for elite-level The **aim** of this research was to analyze the physical load placed on the ،athletes World No. 1 player Mostafa Asal during matches using Artificial Intelligence technology to design a realistic and effective physical training program based on **Methodology:** The researcher utilized the descriptive ،the extracted data analytical method and the experimental method due to their suitability for the **Sample:** The research sample consisted of the first (5) ،nature of this research tournaments from the PSA sports season (2024/2025) for the World No. 1 ،player Mostafa Asal, selected using the "purposive sampling" method **Conclusion** 70% of the match time is characterized by high intensity, ranging between 80–90% of the maximum effort 20% of the match time falls within the A single squash match requires an exceptional ،moderate intensity zone capacity to endure up to 1200 changes in direction and more than 1800 accelerations and decelerations, which underscores the necessity of training for Continuous recovery and ،explosive power and movement efficiency regeneration monitoring requires the integration of wearable technology to track The ،variables (such as sleep and Heart Rate Variability – HRV) implementation of the program led to the player winning major tournaments, including the **World Championship**, and topping the Squash World Rankings.