دراسة بعض المؤشرات البيوميكانيكية وعلاقتها بالمستوي الرقمي لسباحة ٥٠ متر حرة

[*]د/ أدهم أحمد جاد الرب السيد عسكر

[**]د/ دعاء السيد إبراهيم الجمل

د/ زكريا أنور عبد الغنى

بعد أن شهدت دورة سيدني للألعاب الأولمبية عام ٢٠٠٠م تحطيمًا للأرقام القياسية في السباحة وعند الرجوع للأسباب ذلك التفوق أكد المدربين علي الاهتمام بالجانب الميكانيكي للأداء للتطلع إلي الوصول لأفضل طرق أداء المهارات الرياضية لتحقيق أعلي المستويات وذلك ما تم تحقيقه.

مما جعل الأنظار تتجه نحو الأبحاث العلمية القائمة علي تحليل المهارة، حيث يكتشف من خلالها باحثي البيوميكانيك الأداء الأكثر فاعلية من خلال التحليل البيوميكانيكي للمهارة وربطه مع المتغيرات المتعلقة بالأداء من النواحي الفسيولوجية والتشريحية والكيميائية والقياسات المورفولوجية، حيث يقوم التحليل البيوميكانيكي بالدراسة العميقة لأجزاء الحركة ومكوناتها والسعي وراء مثالية الأداء، ويعتمد ذلك علي المقومات الأساسية في نجاح تطوير وتنمية الأداء من خلال الإلماء بالمبادئ والأسس الميكانيكية وتطبيقها خلال أداء اللاعب للمهارة.

وفي هذا الصدد يشير "**طلحة حسام الدين**" (١٩٩٤) إلي أنه لكي يتسني للباحثين مناقشة تفاصيل الأداء قيد الدراسة يتوجب عليهم الإلمام بجميع المعلومات المرتبطة بعمل مفاصل وعضلات الجسم، وذلك للتوصل من خلال

---

[*] دكتوراه علوم الحركة الرياضية كلية التربية الرياضية بنات جامعة الإسكندرية ٢٠١٩م.

[**] مدرس بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة كلية التربية الرياضية بنات جامعة الإسكندرية.

الدراسة لمعلومات تعمل علي تصحيح الأداء، لإنجاز هذا الأداء بأعلي كفاءة ممكنة وبأقل جهد وصولا إلي الأداء الفائق. (٥: ٣٩٣)

وعلي ذلك فإن علوم الحركة تعتبر من العلوم المؤثرة في الأداء الحركي، وقد أصبحت من العلوم الأساسية التي تعتمد عليها في التخطيط لعملية التدريب الرياضي، عن طريق التعرف علي المتغيرات المسببة والمساهمة في أداء المهارات المختلفة، حيث يختلف الجسم البشري عن سائر الأجسام بالخصائص الميكانيكية التي تمكنه من تحقيق المتطلبات الديناميكية لكل مهارة عن طريق مجموعة من الإنقباضات العضلية تؤدي بدورها إلي صياغة مقادير القوة المحركة لمفاصل ووصلات الجسم بالقدر الذي يحقق أغلب الخصائص الفنية للمهارة. (٢: ١)

ويظهر الهدف الرئيسي من تدريب السباحين في تحطيم الأرقام القياسية، وذلك بقطع مسافة السباق في أقل زمن ممكن مع الأخذ في الإعتبار اللوائح تحدد قانونية الأداء؛ وحيث أن المستوي الرقمي في السباحة هو حصيلة إعداد السباحين من الجوانب البدنية والتكنيكية لخوض السباقات وتقاس هذه الحصيلة بالزمن؛ لذلك وجب تطوير عملية تدريب السباحين للوصول للهدف الرئيسي سالف الذكر (تحطيم الأرقام القياسية).

وتلعب الميكانيكا الحيوية والتحليل الحركي الدور الأكبر في تطوير الأداء والوصول به إلي مستوي عالٍ من الإنجاز في السباحة خاصةً والمجال الرياضي عامة، وذلك من خلال تعامل التحليل الحركي مع كافة البيانات والمعلومات المرتبطة بتطوير الأداء المهارى، حيث يتغلغل التحليل البيوميكانيكي في عمق الأداء وكشف خباياه بالإستفادة بالعلوم المتداخلة والمرتبطة بدراسة جانب زيادة فاعلية الأداء البشري في ظل مبادئ ميكانيكية تحكمها العديد من القوانين الوصفية والطبيعية.

وفي هذا الصدد يشير "**عادل عبد البصير**" (١٩٩٨م) إلي أن علم الميكانيكا الحيوية يقوم بدراسة الحركة ومدي تأثير مختلف القوي عليها، والشروط والظروف المحيطة بالأداء الحركي، كما أن له عدة أغراضها منها وضع البحوث الخاصة بالأداء الرياضي وتعميم المعلومات المكتسبة علي التكنيك الأنسب لأنواع الرياضات المتعددة، ووضعها في صورة أسس ثابته للميكانيكا الحيوية. (٦: ١٢، ١٤)

بمطالعة الباحث نتائج البطولات المحلية والعالميةمن نلاحظ الفارق الكبير بين المستوي الرقمي العالمي والمصري، حيث بلغ الفارق بين المستوي الرقمي المصري والدولي في سباق ٥٠ متر حرة ١.٩١ ث لصالح السباحين الدوليين.

وقد أشار "**مختار شومان**" (٢٠٠٦م) فى دراسته أن السباحين المصريين لم يستغلوا وينظموا عوامل الإنجاز التى تتوافر لديهم وحيث أنهم قد أثبت أيضًاً تخلف المستوى الرقميالمصريفي مسابقات المسافات القصيرة عن أمثالهم فى الدول المتقدمة. (٩: ٩٩)

مما دفع الباحثين لإجراء دراسة جادة للتعرف علي المؤشرات البيوميكانيكية ومدي علاقتها بالمستوي الرقمي لسباحة ٥٠ متر حرة ومن ثم الإستفادة من نتائج البحث للعاملين في مجال السباحة لتطوير الأداء وتحسين المستوي الرقمي للسباحين المحليين.

هدف البحث :

يهدف البحث إليتحليل ضربة ذراعين كاملة أثناء سباحة ٥٠ متر حرة بغرض :

١- التعرف علي قيم بعض المؤشرات البيوميكانيكية لسباحة ٥٠ متر حرة.

٢- إيجاد العلاقة بين بعض المؤشرات البيوميكانيكية والمستوي الرقمي لسباحة ٥٠ متر حرة.

تساؤلات البحث :

- ما المؤشرات البيوميكانيكية لسباحة ٥٠ متر حرة ؟
- ماهي العلاقة بين بعض المؤشرات البيوميكانيكية والمستوي الرقمي لسباحة ٥٠ متر حرة ؟

الدراسات المرجعية

- دراسة "**محمد محمد السيد عوض**" (٢٠١٣) (٨) وعنوانها "**المحددات البيوميكانيكية لسباحة الصدر وعلاقتها ببعض المتغيرات الأنثروبومترية**" هدفت الدراسة إلى:التعرف على العلاقة بين المحددات البيوميكانيكية لسباحة الصدر والمتغيرات الانثروبومترية، التوصل إلى معادلة رياضية تنبؤية للأداء المتميز تكون أساساً علمياً لاختيار الناشئين لسباحة ٥٠ متر صدر، واتبعت الدراسة المنهج الوصفى، واشتملت عينة الدراسة على ١٢ سباح مميزين من أندية القمة فى رياضة السباحة وذوى أرقام مصرية مميزة. وتوصلت الدراسة لعدة نتائج منها:تم التوصل إلى متوسطات حسابية وانحرافات معيارية لمجموعة من المتغيرات الأنثروبومترية والبيوميكانيكية التى يمكن اعتبارها مؤشراً بمدى فاعلية (نجاح) الأداء لسباحى الصدر من خلال مقارنتها بنفس المتغيرات للاعبين العالميين خلال مرحلة الشد والسحب والدفع والزحف. تم التوصل إلى دلالات الفروق بين المجموعة ذات التصنيف المتميز والتصنيف غير المتميز فى القياسات الأنثروموترية حيث وجد فروق دالة إحصائياً بين المجموعتين ولصالح المجموعة ذات التصنيف المميز فى متغيرات (الطول الكلى– طول الرجل– طول الفخذ– طول الساق– زمن سباق ال٥٠ م صدر).
- دراسة "**فلاح طه حمو، حسن هاشم عبد الله**" (٢٠١١) (٧) بعنوان "**دراسة العلاقة بين بعض المتغيرات الكينتيكية للذراع من داخل الماء مع بعض القياسات الأنثروبومترية في سباحة ٢٥ متر فراشة** " هدفت الدراسة إلي التعرف علي الأتي: قيم بعض المتغيرات الكينتيكية للذراع من

داخل الماء في سباحة (٢٥) متر فراشة، التعرف علي قيم بعض القياسات الأنثروبومترية لدي السباحين، إيجاد العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينتيكية للذراع من داخل الماء مع بعض القياسات الأنثروبومترية في سباحة ٢٥ متر فراشة، وقد استخدم الباحثان المنهج الوصفي، وتمثلت عينة البحث من خمس سباحين من فئة المتقدمين لمنتخب محافظة نينوي، وقد أستنتج الباحثان وجود ارتباط معنوي بين قيم بعض المتغيرات الكينتيكية للذراع من داخل الماء مع قيم طول الذراع لدي عينة البحث، ومن أهم التوصيات مراعاة المواصفات الجسمية المناسبة للسباحين منخلال اختيار السباحين الذين يتميزون بطول الأطراف.

- دراسة "**تامر طه أحمد البيومي**" (٢٠٠٩) (١) بعنوان "**العلاقة بين بعض القياسات الأنثروبومترية والبدنية ومستوي الإنجاز لسباحي ١٠٠ متر فراشة**" وهدفت الدراسة إلي التعرف علي العلاقة بين بعض القياسات الأنثروبومترية والبدنية ومستوي الإنجاز لسباحي ١٠٠ متر فراشة، وقد استخدم الباحث المنهج الوصفي، وتمثلت عينة البحث في جميع المشاركين في كأس مصر للمرحلة السنية (١٥ عام) مواليد ١٩٩٤م وبلغ عددهم (٣٤) سباح من الذكور والمسجل أسمائهم بالإتحاد المصري للسباحة لعام ٢٠٠٨/٢٠١١م، ومن أهم النتائج التوصل إلي بعض القياسات الأنثروبومترية والبدنية المساهمة في مستوي الإنجاز لسباحي ١٠٠ متر فراشة وإستخلاص معادلات تنبؤية لمستوي الإنجاز، وأوصي الباحث بضرورة الأهتمام بالمتغيرات الأنثروبومترية والبدنية المستخلصه من البحث في ضوء نسب مساهمتها بمستوي الإنجاز لسباحي ١٠٠ متر فراشة.
- دراسة "**ولاء طارق حميد**" (٢٠٠٦) (١٠) وعنوانها "**تحديد العلاقة بين الطاقة الحيوية والطاقة وبعض المتغيرات البيوكينماتيكية وإنجاز سباحة (٥٠ م) حرة**" وكان الهدف من البحث التعرف علي العلاقة بين الطاقة

الحيوية والطاقة الحركية وإنجاز سباحة ٥٠ متر حرة، والتعرف علي بعض المتغيرات البيوميكانيكية (معدل السرعة، معدل تكرار الضربة، طول الضربة) وعلاقتها بإنجاز سباحة ٥٠ متر حرة، التعرف علي الفرق بين المتغيرات البيوميكانيكية (معدل السرعة، معدل تكرار الضربة، طول الضربة) لمراحل المسافة الكلية البالغة ٥٠ متر حرة، وأشتملت العينة علي (٨) سباحين المسجلين ضمن لائحة الإتحاد العراقي للسباحة، وكانت أهم الإستنتاجات ظهور معنوية الإرتباط بين الطاقة الحيوية ومعدل السرعة ومعدل تكرار الضربة، كما عكست نتائج الإرتباط المتعدد علاقات قوية بالمقارنة مع نتائج الإرتباط البسيط وهو أستنتاج منطقي يتطابق مع متطلبات الأداء في فاعلية السباحة الحرة لمسافة ٥٠ متر، كما ظهر إرتباط قوي بين الطاقة الحركية والطاقة الحيوية مع بعضها البعض ومع الإنجاز.

- دراسة "**بيلك ج. وأخرون Bielec G. &etal**" (٢٠١٣) (١١) بعنوان "**المتغيرات الكينماتيكية وحالة الدم الحمضي القاعدي في تحليل القدرة اللاهوائية للسباحين الجامعيين**" وهدفت الدراسة إلي دراسة كينماتيكية السباحة وعلاقتها بالتغيرات في حالة حمضية الدم القاعدية ومستوي البوتاسيوم، وأستخدم البحث المنهج الوصفي، وتمثلت عينة البحث في سبع سباحين جامعيين متطوعين لديهم ٦ سنوات خبرة تدريبية علي الأقل، ومن أهم النتائج استناداً إلي نتائج سرعة السباحة لتقسيم المنحني الذي تم الحصول عليه إلي إنخفاض حاد للسرعة وسرعات مستقرة نسبياً، تم إفتراض نقطة الراحة في التكرار في سرعة السباحة علي أنها عتبة سرعة السباحة ولها إرتباط وثيق بإنخفاض حالة حامضية الدم، عدم وجود إرتباط بين مؤشر الضربة أو مؤشر التعب وحالة حمضية الدم القاعدية.

- دراسة "**أفلين لات وأخرون**" (٢٠١٠) (١٢) بعنوان "**التنبؤات الفسيولوجية والبيوميكانيكية والأنثروبومترية لأداء سباق سرعة السباحة للسباحين الناشئين**" وهدفت الدراسة إلي تحليل العلاقات بين أداء سباحة ١٠٠ متر حرة والمتغيرات البيوميكانيكية والأنثروبومترية والفسيولوجية المتعلقة بالسباحين الناشئين ذكور، وأستخدم البحث المنهج الوصفي، وتمثلت عينة البحث في ٢٥ سباح من الذكور، تشير النتائج إلي أن العوامل البيوميكانيكية توضح أكثر من (٩٣.٣%) من التغيرات في أداء سباحة ١٠٠ متر حرة لهؤلاء السباحين الناشئين يليها العوامل الأنثروبومترية بنسبة (٤٨.٨%) ثم العوامل الفسيولوجية بنسبة (٤٥.٢%)، وكان مؤشر الضربة أفضل متنبأ فردي للأداء في حين كان طول الذراع أفضل العوامل الأنثروبومترية وصافي تراكم لاكتات الدم أفضل المؤشرات الفسيولوجية، وعلي التوالي فأن مؤشر الضربة ومعدل الضربات فقط يوضحان (٩٢.٦%) من التفاوت في الأداء التنافسي.
- دراسة "**رستيزتاف هليفيتي RastistavHlavaty**" (٢٠١٠) (١٣) بعنوان "**المحددات الأنثروبومترية والكينماتيكية لأداء السباحة**" هدفت إلي دراسة خصائص الجسم البشري (الأنثروبومتري) وتأثيرها علي سرعة السباحة، تكونت عينة البحث من (٢٠) سباح من سلوفاكيا من المتميزين والفائزين بمراكز محلية، تم إجراء الدراسة لمدة سنة واحدة من (٢٠٠٨ : ٢٠٠٩) تم مراقبة السباحين وتصويرهم بالفيديو خلال فترة الدراسة وكانت أهم النتائج أن أفضل عاملين يؤثران في سرعة السباح (طول السباح، طول ذراع السباح) إذ أن هذان العاملان هما الرئيسان في الدراسة واللذان أظهرت أثار ذات دلالة إحصائية في هذه الدراسة، لكن ذلك لا يعني أن باقي الخصائص غير مؤثرة في سرعة السباح.

خطة وإجراءات البحث :

منهج البحث :

استخدم الباحثين المنهج الوصفى لمناسبته لتحقيق أهداف البحث والإجابة علي تساؤلاته.

مجتمع وعينة البحث :

يتمثل مجتمع البحث في سباحي الحرة الناشئين والمقيدين بالإتحاد المصري للسباحة للموسم التدريبي ٢٠١٧/ ٢٠١٨م، وقد تم إختيار العينة بالطريقة العمدية واشتملت علي ٦ سباحين من المشاركين في نهائي بطولة الجمهورية الصيفية ٢٠١٨م.

جدول رقم (١)
توصيف عينة البحث ن=(٣)

القياسات / السباحين	العمر (سنة)	الطول (سم)	الوزن (كجم)	العمر التدريبي (سنة)	المستوي الرقمي (ثانية)
الأول	١٦	١٧٧	٧٥	٦	٢٥.٣
الثاني	١٥.٩	١٧٥	٧٧	٥	٢٦
الثالث	١٦.٤	١٧٨	٧٩	٦	٢٦.١
الرابع	١٦	١٧٦	٧٦	٦	٢٦.٣
الخامس	١٦	١٨٠	٨٠	٥	٢٦.٥
السادس	١٧	١٧٤	٧٨	٧	٢٦.٥٢
المتوسط الحسابى	١٦.٢٢	١٧٦.٧	٧٧.٥	٥.٨	٢٦.١٢
الإنحراف المعياري	٠.٤٢	٢.١٦	١.٨٧	٠.٧٥	٠.٤٥
معامل الإختلاف	٢.٥٩	١.٢٢	٢.٤١	١٢.٩	١.٧٢

يوضح جدول رقم (١) القياسات الأنثروبومترية والمستوي القمي للسباحين عينة البحث.

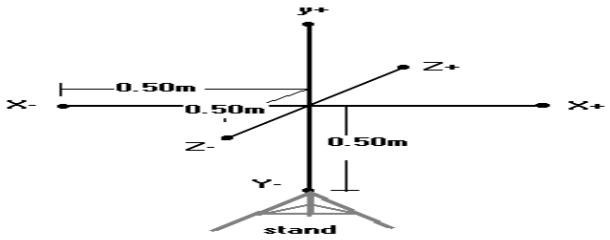
حيث تم اختيار العينة وفقًا للشروط التالية :

- أن يكون السباح مسجل بالاتحاد المصرى للسباحه للعام التدريبى ٢٠١٨/٢٠١٧.

- أن يكون قد شارك في نهائيات سباق ٥٠ متر حرة علي مستوي بطولات الجمهورية للناشئين لعام ٢٠١٨م.
- أن يكون السباح حاصل علي مركز متقدم في الترتيب العام لمسابقة ٥٠ متر حرة في بطولة الجمهورية في ذات العام.

أدوات جمع البيانات :

- عدد ٢ كاميرا من نوع (sony) ذات تردد ١٢٠ كادر/ ثانيه عاليه الجوده بجودة تصوير HD ١٠٨٠×٧٢٠ بيكسيل بينهما تزامن تلقائي.
- جهاز كمبيوتر (لاب توب) من نوع DELLلمعالجة الفيديو وإستخراج المتغيرات البيوميكانيكية.
- لاصقات طبيه لوضع علامات علي مفاصل السباحين.
- ساعة إيقاف : لقياس الزمن.
- صافرة : للإشارة ببدء الأداء.
- نظام التصوير بالفيديو ثنائي الأبعاد وذلك لمناسبته لأداء السباحة.
- التحليل الحركي باستخدام نظام الفيديو، برنامج التحليل الحركي (Motain Track) ووحدة معايرته



شكل رقم (١) وحدة معايرة برنامج التحليل الحركى (MotionTrack)

* ويستطيع البرنامج قراءة أى وحدة معايرة معلومة الطول فى الطبيعة مرئية داخل الكادر.
* وفيه يتم تخزين نظام المعايرة فى ذاكرة الحاسب الآلى لكل كاميرا على حدة وهو جهاز تتعامد أبعاده كالتالى ٠.٥٠م× ٠.٥٠م×٠.٥٠م ودوره تحديد المسافات فى الطبيعة من الكادرات.

يقوم البرنامج بعمل التحليل الحركي اللازم لأى مهارة حركية (خطية– دورانية) ويمكننا أن نحصل من خلاله على عدد من المتغيرات البيوميكانيكية للجسم ككل ولكل جزء من أجزاء الجسم خلال كل لحظة من مراحل الأداء فى الاتجاهات التالية (x,y,z,xy,zy,zx,zyx) والتى تتمثل فى (التحليل الزمنى)،(التحليل الكيمناتيكى) الذى يحتوى على المسافة، الإزاحة، السرعة، العجلة، زوايا المفاصل، وزاويا ميل الأجزاء على المستوى الأفقى، والسرعة الزاوية، والعجلة الزاوية و(التحليل الكنيتيكى) متمثل فى طاقة الوضع، طاقة الحركة، القوة، الشغل، القدرة، العزم، القوة الطاردة المركزية، كمية الحركة، كمية الحركة الزاوية، القصور الدورانى.

الدراسات الاستطلاعية:

الدراسة الاستطلاعية الأولى :

قام الباحث بإجراء الدراسة الإستطلاعية الأولي علي عينة البحث بتاريخ ٢٠١٩/٢/١م في تمام الساعة الواحدة ظهرًا وذلك لغرض التأكد من عمل الأجهزة الحافظة للكاميرات داخل الماء ولتخطي أي صعوبة يمكن أن تحدث.

الدراسة الاستطلاعية الثانية :

قام الباحثين بإجراء الدراسة الإستطلاعية الأولي علي عينة البحث بتاريخ ٢٠١٩/٢/٥م في تمام الحادية عشر صباحًا وذلك لغرض التأكد من

صلاحية ووضعية عمل الكاميرات وإجراء القياسات الجسمية للسباحين، وتهيئة السباحين والمساعدين للقيام بالدراسة الأساسية.

الدراسة الأساسية :

تم إجراء الدراسة الأساسية بتاريخ ٢٠١٩/٢/١٥م في تمام الساعة الواحدة ظهرًا علي عينة البحث قوامها (٦) سباحين علي حمام سباحة نادي الجيش بالإسكندرية وبالتعاون مع المساعدين.

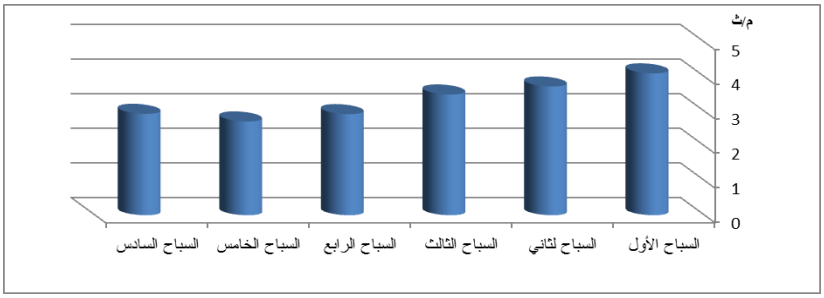
طريقة إجراء الدراسة :

قام الباحث بوضع الكاميرا بعمق ٦٠ سنتيمتر أسفل سطح الماء وفي منتصف حمام السباحة عند ٢٥ متر من البدء (مرحلة ثبات السرعة)، قام الباحث بتصوير ٣ محاولات لكل سباح علي حدة وتم اختيار أفضل محاولة الأقل زمنًا، وتم إجراء معالجتها بيانيًا بعد ذلك لإستخراج المتغيرات البيوميكانيكية.

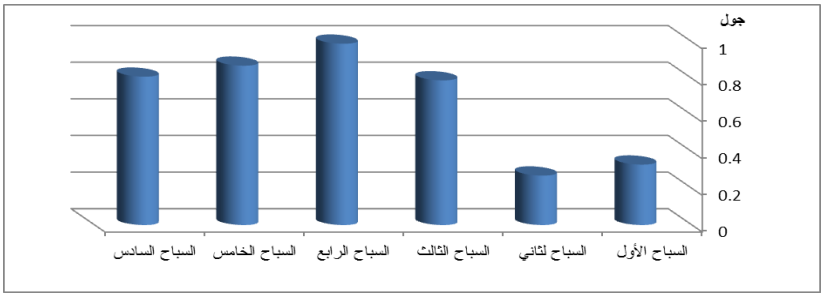
عرض ومناقشة النتائج :

جدول (٢)
المعالم الإحصائية لقيم بعض المؤشرات البيوميكانيكية لضربة الذراع داخل الماء

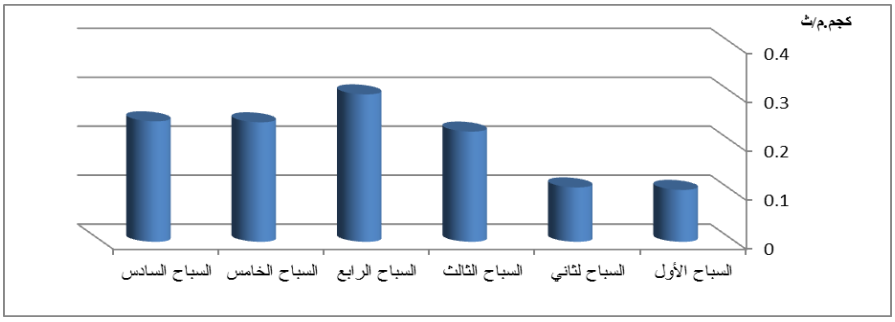
المؤشرات / السباحين	سرعة رسغ اليد (متر/ث)	طاقة الحركة الأفقية الكلية للذراع (جول)	كمية الحركة الأفقية الكلية للذراع (كجم.م/ث)	عزم القصور الذاتي بداية دخول الذراع (كجم/م^2/ث)	عزم القصور الذاتي بداية خروج الذراع (كجم/م^2/ث)	كمية الحركة الزاوية للذراع (كجم/م^2/ث)
الأول	٤.١٠	٠.٣٣	٠.١٠٦	٠.٠١٣	٠.٠٠٩	٠.٠٢٢
الثاني	٣.٧٢	٠.٢٧	٠.١١١	٠.٠١٩	٠.٠١٧	٠.٠٧٤
الثالث	٣.٤٩	٠.٧٩	٠.٢٢٥	٠.٠٢٧	٠.٠٢	٠.٠٩٥
الرابع	٢.٩٢	٠.٩٩	٠.٣٠١	٠.٠٤	٠.٠٣٣	٠.١٥٠
الخامس	٢.٧١	٠.٨٧	٠.٢٤٤	٠.٠٦٣	٠.٠٣٥	٠.١٥٣
السادس	٢.٩٣	٠.٨١	٠.٢٤٦	٠.٠٣٣	٠.٠٢١	٠.١٠١
المتوسط الحسابي	٣.٣١	٠.٦٧	٠.٢٠٥	٠.٠٣٣	٠.٠٢٣	٠.٠٩٩
الإنحراف المعياري	٠.٥٤	٠.٢٩	٠.٠٧٩	٠.٠١٨	٠.٠٠٩٩	٠.٠٤٩



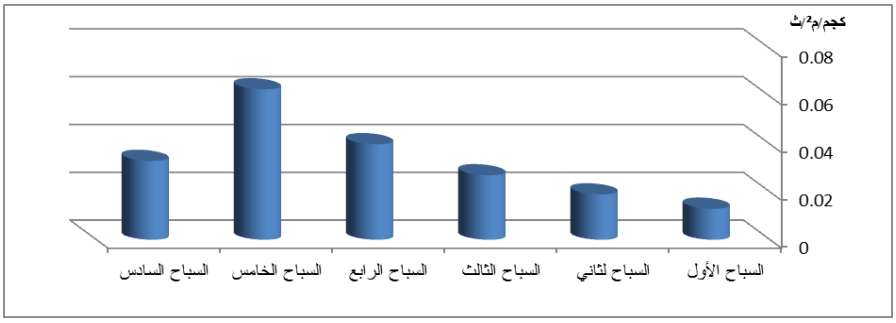
شكل رقم (٢) يوضح سرعة رسغ اليد أثناء الضربة لسباحي العينة



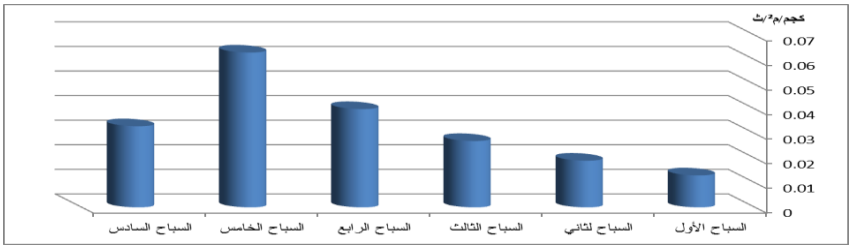
شكل رقم (٣) يوضح طاقة الحركة الأفقية الكليةللذراع أثناء الضربة لسباحي العينة



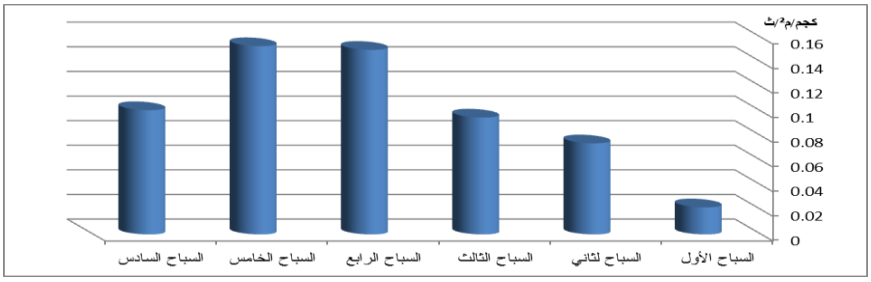
شكل رقم (٤) يوضح كمية الحركة الأفقية الكلية للذراع أثناء الضربة لسباحي العينة



شكل رقم (٥) يوضح عزم القصور الذاتي لحظة دخول الذراع الماء أثناء الضربة لسباحي العينة



شكل رقم (٦) يوضح عزم القصور الذاتي لحظة خروج الذراع الماء أثناء الضربة لسباحي العينة



شكل رقم (٧) يوضح كمية الحركة الزاوية للذراع أثناء الضربة لسباحي العينة

جدول (٣)

علاقة الارتباط بين بعض المؤشرات البيوميكانيكية لضربة الذراع والمستوي الرقمي لسباحي عينة البحث

المتغيرات	سرعة رسغ اليد (متر/ثانية)	طاقة الحركة الأفقية الكلية للذراع (جول)	عزم القصور الذاتي بداية دخول الذراع (كجم/م²/ث)	عزم القصور الذاتي بداية خروج الذراع (كجم/م²/ث)	كمية الحركة الزاوية للذراع (كجم/م²/ث)
المستوي الرقمي	-٠.٩١٦*	٠.٧٥٦*	٠.٧٦٧*	٠.٧٩٨*	٠.٨٦٩*

قيمة(ر)الجدولية= ٠.٧٥٥ أمام درجة حرية= ٥ وعند نسبة خطأ= ٠.٠٥%

مناقشة النتائج

يتضح من جدول (٣) العلاقة الإرتباطية بين قيم بعض المؤشرات البوميكانيكية لضربة الذراع داخل الماء مع المستوي الرقمي لسباحة ٥٠ متر حرة كما يلي:

١- وجود إرتباط معنوي دال إحصائيًا عكسياً بين سرعة رسغ اليد والمستوي الرقمي بلغت قيمته (- ٠.٩١٦)، حيث أن القوة المحركة الناتجة من الذراعين في سباحة الحرة تصل إلي ٨٥%، كما أن اليد هي التي تقود حركة الذراع في الماء، فيري الباحثين أن العلاقة الارتباطية بين سرعة اليد والمستوي الرقمي يجب أن تكون عكسية حيث أن زيادة سرعة رسغ اليد يدل علي أن الذراع لا يتخذ الشكل الصحيح في حركته مما يقلل كمية الماء المدفوع للخلف فيقل معها الدفع للأمام حسب قانون رد الفعل لنيوتن، كما أن إتخاذ الذراع لشكل غير إنسيابي للحركة يزيد من مقاومة الشكل وعليه يتأثر المستوي الرقمي بالسلب حيث يزداد زمن السباحة ويتفق ذلك مع ما ذكره **طلحة حسام الدين** (١٩٩٣) أن مقاومة الشكل تزداد بوضح إذا إتخذت الذراعين شكلاً غير إنسيابي في حركتهما للخلف.

٢- وجود إرتباط معنوي دال إحصائيًا طردياً بين طاقة الحركة الأفقية الكلية للذراع مع المستوي الرقمي بلغت قيمتها (٠.٧٥٦)، حيث أن طاقة الحركة هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب حركته وتساويالشغل اللازم لتسريع جسم ما من السكون إلي سرعة معينة، فيري الباحثين أن زيادة طاقة الذراع الحركية يعني زيادة كمية الشغل المطلوب لتسريع جسم السباح والذي يؤثر بدوره علي تحسن المستوي الرقمي.

٣- وجود إرتباط معنوي دال إحصائيًا طردياً بين عزم القصور الذاتي بداية دخول الذراع مع المستوي الرقمي بلغت قيمتها (٠.٧٦٧)، حيث أن عزم القصور الذاتي هو مجموع عزوم أجزاء الجسم × (نصف القطر)^2، وحيث

أن عزم القصور الذاتي للذراع يساوي مجموع عزوم أجزاء الذراع، ويري الباحثين أن لزيادة عزم القصور الذاتي للذراع أثناء الدخول يمده السباح إلي أبعد مسافة أمام الجسم وذلك ليعطي نصف قطر أكبر لمحور الدوران (الكتف) وبالتالي عزم قصور ذاتي أكبر يؤدي إلي تحسين المستوي الرقمي.

٤- وجود إرتباط معنوي دال إحصائيًا طردياً بين عزم القصور الذاتي بداية خروج الذراع مع المستوي الرقمي بلغت قيمتها (٠.٧٩٨)، يرجع الباحثين سبب هذه العلاقة إلي نفس السبب السابق إضافة إلي أن تحسن عزم القصور الذاتي للذراع أثناء الخروج يعطي فرصة لعزم قصور ذاتي أكبر أثناء الوصول لمرحلة الدخول مما يؤثر بالإيجاب علي المستوي الرقمي ويتحسن.

٥- وجود إرتباط معنوي دال إحصائيًا طردياً بين كمية الحركة الزاوية للذراع مع المستوي الرقمي بلغت قيمتها (٠.٨٦٩)،حيث أن كمية الحركة الزاوية تساوي عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية، يري الباحثين أن كلما زادت كمية الحركة الزاوية للذراع والناتجة عن حركة متناسقة ومتناسبة دافعة بجسم السباح للأمام أدي إلي تحسن المستوي الرقمي.

الإستنتاجات :

١- وجود ارتباط عكسي دال معنوياً بين سرعة رسغ اليد والمستوي الرقمي، مما يعني أن عند زيادة سرعة رسغ اليد يقل زمن أداء سباحة مسافة السباق مما يؤدي إلي تحسن المستوي الرقمي، نستنتج منه أنه يجب علي المدربين الإهتمام بزيادة سرعة الذراع في سباحة المسافات القصيرة.

٢- وجود ارتباط طردي دال معنوياً بين طاقة حركة الذراع الكلية الأفقية والمستوي الرقمي، بتطبيق المعادلة الميكانيكية التالية **طاقة الحركة الأفقية الكلية للذراع= ½ كتلة الذراع × (السرعة الأفقية الكلية للذراع)²** نستنتج

أن زيادة طول الذراع وكبر مقطعه يزيد من كتلته وبالتالي زيادة سرعته وبالتالي زيادة طاقته الحركية وعليه تحسن المستوي الرقمي، ويمكن للمدرب تحديد شدة الحمل التدريبي هنا بزيادة السرعة الأفقية للذراع.

٣- وجود ارتباط طردي دال معنوياً بين عزم القصور الذاتي بداية دخول الذراع والمستوي الرقمي، نستنتج من ذلك أن زيادة عزم القصور الذاتي للذراع يجعل الذراع في حالة حركة مستمرة تطبيقاً لقانون نيوتن الأول، فالعزم الأكبر يولد قوة أكبر للتغلب علي مقاومة الماء لأداء أسرع فيتحسن المستوي الرقمي.

٤- وجود ارتباط طردي دال معنوياً بين عزم القصور الذاتي بداية خروج الذراع والمستوي الرقمي، نستنتج من ذلك أنه عند عزم دوران أكبر لحظة الخروج يعطي إستمرارية لحركة دوران الذراع خارج الماء تمهيداً لاستكمال حركة الذراع داخل الماء مع الإحتفاظ بسرعة الذراع مما يسهم في تحسين المستوي الرقمي.

٥- وجود ارتباط طردي دال معنوياً بين كمية الحركة الزاوية للذراع والمستوي الرقمي، بتطبيق المعادلة الميكانيكية التالية **كمية الحركة الزاوية للذراع = عزم القصور الذاتي للذراع × سرعته الزاوية**نستنتج من ذلكأنه عندما تؤثر أي قوة على جسم ما وتغير من سرعته فإنها بذلك تعمل على تغير كمية حركته الزاوية. وكلما زاد مقدار القوة وزمن تأثيرها زادت كمية حركة الجسم الزاوية مما يعمل علي تحسين المستوي الرقمي، ويمكن للمدرب تحديد شدة الحمل التدريبي هنامن خلال التغيير في درجات سرعة الذراع الزاوية.

التوصيات :

١- تأكيد المدربين علي الشكل الصحيح لأداء ضربة الذراع بإتخاذ الذراع لشكل إنسيابي للحركة ليقلل من مقاومة الشكل وتحسين المستوي الرقمي.

٢- اهتمام المدربين بالنواحي البيوميكانيكية في تحديد شدة الحمل التدريبي مثل طاقة الحركة وكمية الحركة الزاويةمن خلال تطبيق القوانين الميكانيكية.

٣- يجب علي المدربين دعم السباحين بتدريبات التوافق حيث أن ارتفاع مستوي التوافق يساعد علي تفعيل الكفاءة الحركية (الميكانيكية) أثناء الأداء التنافسي.

٤- إجراء دراسات تحليلية مشابهه علي باقي السباحات بسباقاتها المختلفة.

((المراجـــــــــــــع))

أولاً: المراجع العربية

١- **تامر طه أحمد البيومي:** "العلاقة بين بعض القياسات الأنثروبومترية والبدنية ومستوي الإنجاز لسباحي ١٠٠ متر فراشة"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية، جامعة المنصورة، ٢٠٠٩م.

٢- **خالد عبد الحميد شافع:** "دراسة تحليلية لبعض الخصائص الكينماتيكية للإرتكاز في العدو للناشئين"، بحث علمي منشور، المؤتمر الدولي الأول للتربية البدنية والرياضية والصحة، الكويت، ٢٠٠٨م.

٣- **صريح عبد الكريم الفضالي:** "تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي"، ط١، دار دجلة للنشر، العراق، ٢٠١٠م.

٤- **طلحة حسين حسام الدين:** "الميكانيكا الحيوية والأسس النظرية والتطبيقية"، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٣م.

٥- **طلحة حسين حسام الدين:** "الأسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضي"، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٤م.

٦- **عـادل عبـد البصـير علـي:** "الميكانيكـا الحيويـة والتكامـل بـين النظريـة والتطبيـق فـي المجـال الرياضـي"، مركـز الكتـاب للنشـر، القاهرة، ١٩٩٨م.

٧- **فلاح طه حمو، حسن هاشم عبد الله:** "دراسة العلاقة بين بعض المتغيرات الكينتيكيـة للـذراع مـن داخـل المـاء مـع بعـض القياسـات الأنثروبومتريـة فـي سـباحة ٢٥ متـر فراشـة"، بحـث علمـي منشـور، مجلـة الرافـدين للعلـوم الرياضـية، كليـة التربيـة الرياضية، جامعة الموصل، العراق، ٢٠١١م.

٨- **محمد محمد السيد عوض:** "المحددات البيوميكانيكية لسباحة الصدر وعلاقتها بـبعض المتغيـرات الأنثروبومتريـة"، رسـالة ماجسـتير غيـر منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم، جامعة حلوان، ٢٠١٣م.

٩- **مختـار شـومان:** "تقويم خطـة السباق لسباحى المسافات القصيرة"، رسالة دكتـوراه، كليـة التربيـة الرياضـية للبنـين، جامعـة بنهـا، ٢٠٠٦م.

١٠- **ولاء طـارق حميـد:** "تحديد العلاقة بين الطاقة الحيوية والطاقة وبعض المتغيـرات البيوكينماتيكيـة وإنجـاز سـباحة ٥٠ متـر حـرة"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، العراق، ٢٠٠٦م.

ثانياً: المراجع الأجنبية

11- Bielec G., Makar P., Laskowski R., Olek R. A: "Kinematic Variables and Blood Acid Status in the analysis of Collegiate swimmers'

Anaerobic Capacity kinematic", Biology of Sport, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk, Poland, 2013.

12- **EvelinLitt, JaakJürimäe,** JarekMäestu, Priit Purge, Raul Rämson, KajaHaljaste, Kari L.,Keskinen, Ferran A., Rodriguez and ToivoJürimäe: "Physiological,biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers", Journal of Sports Science and Medicine, www.jssm.org, 2010.

13- **Rastislav Hlavaty:** "The Anthropometric And KinematicDeterminants of Swimming Performance". Department of Physical education and Sports, Institute of Engineering Pedagogy and Humanities, Faculty of Materials Science and Technology, Slovak 2010.