التحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد لمراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

"دراسة حالة"

م.د/ محمد عبدالعزيز عرفة سالم
مدرس بكلية التربية الرياضية جامعة اسكندرية

المقدمة ومشكلة البحث :

يعتبر التنافس على تحطيم الأرقام القياسية في مختلف مسابقات السباحة من أهم الموضوعات التي تشغل أذهان العاملين بتدريب السباحة فى أنحاء العالم ، ويؤدى هذا الإهتمام المتزايد لتحطيم تلك الارقام إلى إستخدام أساليب البحث العلمي فى تحليل الكثير من المشكلات التى تقف فى سبيل تحقيق ذلك وإيجاد أنسب الحلول وصولاً لوضع النظريات العلمية فى مجال التدريب للإرتقاء بمستوى السباحين.

وفى هذا الصدد يشير طلحة حسام الدين (١٩٩٤) إلى أن الإهتمام المتزايد بدراسة الأداء الحركى فى الأنشطة الرياضية المختلفة أصبح من الأمور التى تشغل العاملين فى مجال تدريس وتدريب المهارات الحركية المرتبطة بالأنشطة الرياضية المختلفة من أجل دراسة العوامل المؤثرة على الأداء الرياضى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة سواء كانت هذة العوامل تشريحية أو بدنية أوميكانيكية لإيجاد العلاقة المتداخلة بين هذة العوامل ومدى إرتباط بعضها البعض للوصول إلى معلومات يمكن عن طريقها توجيه التعليم والتدريب وتحسين الأداء الحركى لتحقيق أفضل النتائج. (٨ : ١٠)

كما يرى كل من صبحى حسنين (٢٠٠٤) ، محمد شحاته (٢٠٠٣) أن الأداء المهارى الفائق لا يمكن تنفيذة بأسلوب مميز إلا إذا خضع للبحث والتحليل من أوجه متعددة فى ضوء الأسس التشريحية والميكانيكية والإستفادة منها للإقتصاد فى الوقت والجهد المبذول لأداء هذه المهارات بدقة وإتقان . (١٣ : ١٩٦) (١٢ : ٢٠٢-٢٠٤)

ويوضح عويس الجبالي (٢٠٠٠) ان الدراسة الموضوعية للمهارة الحركية تساهم فى ايجاد الأسس والقواعد المناسبة لأفضل وانسب أداء مهارى ممكن والتي يمكن من خلالها التوصل الى الدقائق وتفاصيل الحركة والتعرف على شكل الأداء وإتقان تفاصيله بما يحقق الاقتصاد فى الجهد. (١١ : ٦٥)

ويوضح أحمد عدلان (٢٠٠٠) أن الأداء فى السباحة ما هو نتاج للمزج الفعال بين القوانين والمبادئ الميكانيكية والتشريحية وما يتميز به الفرد من قدرات بدنية وتشريحية وفسيولوجية ونقص إحدى هذة القدرات قد يؤثر على المحصلة النهائية للأداء والتى تتمثل فى المستوى الرقمى (٢ : ٣٤)

ويؤكد عصام حلمى (١٩٩٧) أن الدول المتقدمة لجأت فى الأونة الأخيرة إلى دراسة النواحى الميكانيكية للمهارات الحركية وتحليل الأداء المهارى لأهميته فى مجال التدريب كجزء من التحليل الحركى الميكانيكى للمهارات بهدف الإرتقاء بمستوى الأداء المهارى والرقمى من خلال معرفة الكيفية التى يتحرك بها جسم السباح خلال الماء .(٩ : ٢٨)

كما يوضح طارق رمضان برجاس (١٩٩٨) إلى أن دراسة الأداء الحركى بإستخدام التحليل الحركى البيوميكانيكى أحد المجالات الأساسية فى العمل على تطوير الأداء الفنى لطرق السباحة ومهاراتها المختلفة والإرتقاء بمستوى الإنجاز الذى ينعكس على تحطيم الأرقام القياسية . (٧ : ١٣٤)

ويضيف (oyns, ٢٠٠٣)ان استخدام تكنولوجيا التصوير والتحليل يساعد على ايجاد تفسيرات عملية تستخدم كمرشد للمدربين للمساعدة فى اعداد تدريبية فاعلية وكذلك عبور الفجوة الكبيرة بين أهمية التكنولوجيا وحاجة الادارة الفنية لها. (١٨ : ١٩)حافظ

ويشير جمال علاء الدين وناهد الصباغ (٢٠٠٧) الى ان هناك نوعين من المؤشرات التمييزية هما المؤشرات الكينماتيكية والمؤشرات الكيناتيكية ، فالمؤشرات الكينماتيكية هى التي تهتم بالتوصيف الهندسي لهذه الحركات وتتيح إمكانية المقارنة لمقاييس وابعاد الجسم ووصلاته والخواص الكينماتيكية للحركات لدى مختلف الرياضين ، ويتعلق بحساب هذه الخصائص فردية الأداء المهارى للرياضين (التكنيكات الفردية) وبحث ما يصلح لهم من خواص مثلى لحركاتهم ، اما المؤشرات الكيناتيكية وهى المسئولة عن كشف ميكانيزمات الحركة اى أسباب حدوثها ومسيرة التغيرات الحادثة فيها وتتضمن على خصائص المؤشرات القصورية ، وخصائص ومؤشرات القوى وخصائص ومؤشرات الطاقة . (٥ : ١٢)

ويشير أسامة راتب وعلى ذكى (١٩٩٨) أن السباحة تشبه عملية المشى والجرى من حيث أنها حركة وحيدة متكررة ووسيلة للحركة الناتجة من دفع جسم ضد سطح ما ، وهذا السطح بدوره ينتج قوة مضادة للقوة الدافعة من الجسم وحركة السباح فى الماء هى مقاومة ضد سطح يتعرض له ، فكلما صغر حجماً وسمكاً أثناء الحركة كلما قلت المقاومة وتعتبر هذه من أهم الأسس الميكانيكية التى تستند عليها

ميكانيكية السباحة ، فبدون معرفة طرق دفع الجسم خلال الماء سيكون هناك عوائق كثيرة تعيق السباحين والمدربين فى صراعهم من أجل الحصول على أحسن النتائج فإذا كان لديهم خلفية نظرية جيدة بالميكانيكا الحيوية فإن القواعد التى تحكم أنواع السباحة تتضح لهم تماماً ، وكون أحد السباحين من حاملى الأرقام القياسية يسبح بطريقة معينة فهذا لا يعنى أن كل السباحين يجب عليهم تقليده ، فليس هناك شخصين متماثلين تماماً فى البناء الجسمانى فالجميع يختلفون فى شكل الجسم ، وحجمه ، وطول الذراعين والساقين ، وقوة ومرونة المفاصل . (٣: ٢٢)

ويوضح كلا من زكريا عبدالغني ومعصومه الكاظمي (٢٠١٨م) أن معظم المبادئ الهيدروديناميكية توجد فى طريقة السباحة الحرة ، فوضع الجسم هو الأساس فى عملية السباحة ، ومكان الرأس وضربات القدمين هى التي تحدد وضع الجسم فى الماء اثناء السباحة ، فسباحة الزحف على البطن او الزحف الحر ، مثل اى طريقة اخرى من طرق السباحة ، حيث ان هناك جملة بسيطة وهامة ينبغي التركيز عليها وهى " الشعور بالتجديف " حيث انه كلما شعر السباحين بالذراعين والساقين يضغطوا الماء الى الوراء أثناء السباحة ، كلما كان ذلك أفضل فى ان يدفعهم الى الأمام ، وتركز ميكانيكا السباحة على حركات الذراع القوية التي تدفع الى الامام عند دخولها الى الماء ومن ثم دفع الماء بقوة الى الخلف من خلال تحريك الذراع تحت الماء. (٦ : ٤٢)

ويذكر إيهاب إسماعيل (٢٠٠٢) ان التحليل البيوميكانيكي يهدف الى تحقيق الاغراض الاتية فى مجال السباحة :

١. معرفة نقاط القوة والضعف فى مستوى الاداء الفني وتقييمه بصورة موضوعية وعلى اساس علمي حيث اشارت المراجع والبحوث العلمية الى ان التحليل البيوميكانيكي للأداء وسيلة موضوعية لتقييم الأداء والعمل على تطويره وتحسينه او تعديله ومقارنة الطرائق المختلفة للأداء
٢. تقويم الاداء بشكل كمي ودقيق وقياس المسافات والازمنة والقوى المؤثرة فى الاداء مما يرفع موضوعيتها وصدقها فى تقييم الاداء وهذا لا يتم الا عن طريق تجزئة نوع الفعالية المراد تحليلها الى اقسامها المتداخلة وتقدير طبيعة كل جزء من الحركة لغرض تطبيق القوانين الميكانيكية والتشريحية الملائمة للتكنيك المثالي
٣. اجراء مقارنة ما بين مستوى الاداء الوطني ومستوى الاداء العالمي للوقوف على الايجابيات وتثمينها والحد من السلبيات والتقليل منها

٤. ان التحليل البيوميكانيكي سوف يفتح افاق جديدة للمدرب والسباح والتي من شأنها رفع المستوى العلمي والفني وبالتالي الوصول الى الانجاز بأقل وقت وجهد ممكنين

٥. إن تجزئة الحركة الى اجزائها المتداخلة سوف تمكن الباحث من ابتكار اجهزة تدريبية وفنية مختلفة والتي سوف تؤدي وبلا شك الي الارتقاء بالمستوى الرياضي كنتيجة لتطوير كل جزء من هذه الاجزاء . (٤ : ١٢)

وبالرغم من كثرة الأبحاث التى تهتم بدراسة الجوانب البيوميكانيكية لطرق السباحة المختلفة فى الأونه الأخيرة إلا أن معظم هذه الأبحاث تناولت الجوانب البيوميكانيكية من خلال التحليل ثنائى الأبعاد (المحور الأفقى والرأسى) والذى فى بعض الأحيان لايعطى مفصله للحركه من جميع جوانبها ، مما دفع الباحث لإجراء هذه الدراسة للتعرف على المتغيرات البيوميكانيكية لسباحة ١٠٠م حره على محاور ومستويات الحركه الثلاث (الرأسي ، الأفقى ، العرضى) للمساعده فى الحصول على معلومات كافيه حول الأداء والذى يسهم تطوير الأداء الفنى والمستوى الرقمى للسباحين .

هدف البحث :

- التعرف علي المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية لسباحة ١٠٠م حره من خلال التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد ٣D Biomechanical Analysis

التساؤلات :

- ماهي المتغيرات الكينماتيكية لسباحة ١٠٠م حره من خلال التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد ؟
- ما هي المتغيرات الكيناتيكية لسباحة ١٠٠م حره من خلال التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد ؟
- ما هى معدلات الفروق فى المتغيرات البيوميكانيكية لسباحة ١٠٠م حره من خلال التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد بين المستوى المميز والأقل تميزاً؟

الإجراءات

منهج البحث : المنهج الوصفي بأسلوب دراسة الحالة باستخدام التحليل والتصوير ثلاثي الأبعاد.

مجالات البحث :

المجال المكاني : حمام السباحة الأولمبى – نادى سموحة .

المجال الزماني : ٢٠١٩ م

المجال البشري : دراسة حالة علي إثنين من السباحين بنادى سموحة مرحلة (١٦ سنة ناشئين) .

عينة البحث : دراسة حالة على إثنين من السباحين مرحلة ١٦ سنة ناشئين لسباق ١٠٠م حره إحداهما مستوى مميز والحاصل على المركز (الأول) فى بطولة الجمهورية لمرحلة ١٦ سنة وكذلك حاصل المركز (الثانى) على مستوى العمومى رجال بزمن (٥٢.٥٨ ث) والسباح الثانى مستوى أقل تميزاً والحاصل على المركز(الثانى عشر) لمرحلة ١٦ سنة وفى نفس البطولة أيضاً بزمن (٥٤.٨٢ ث) ، وبالنسبة للقياسات الأساسية فبلغ طول اللاعب الأول (المستوى المميز) ١٧٦سم وبلغ وزنه ٧٠ كجم ، أما اللاعب الثانى فبلغ طوله ١٨٤ سم ووزنه ٨٠ كجم.

أدوات وأجهزة البحث :

- عدد (٢) كاميرا فيديو تعمل داخل الماء من نوع جوبروهيرو (٦٠ كادر/ ث)
- عدد (٢) مثبت كاميرا داخل الماء
- شريط لاصق طبي (markers) لتحديد مفاصل الجسم
- برامج لعمل التحليل البيوميكانيكي Skill Spector
- ميزان طبى معاير لقياس الوزن
- جهاز قياس الطول

شكل (١) كاميرات التصوير وريموت التزامن وحامل الكاميرات

الدراسة الأساسية : أجريت القياسات البيوميكانيكية للدراسة بحمام السباحة الأولمبى بنادى سموحة الرياضى وفقاً لما يلى.

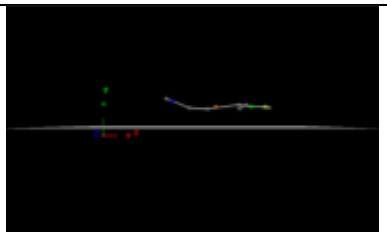
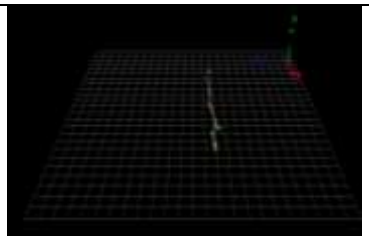
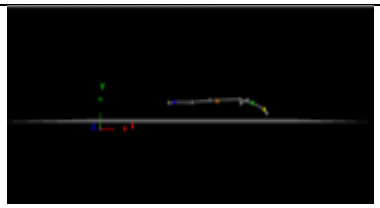
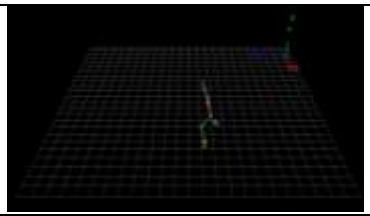
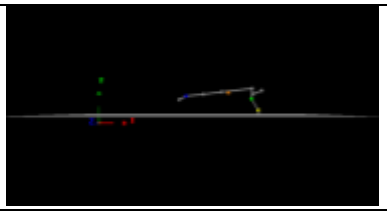
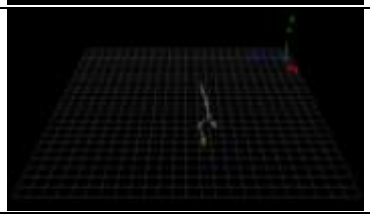
- **التصوير ثلاثى الأبعاد للحظات الأداء الفى لسباحة ١٠٠م حره**

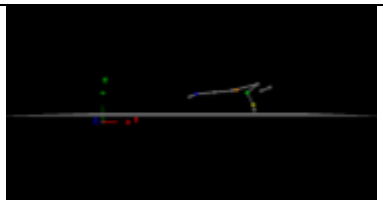
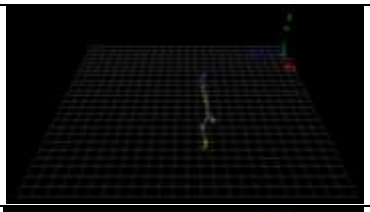
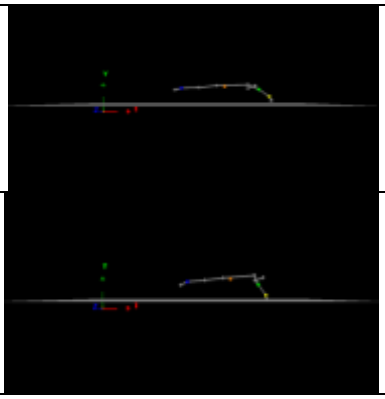
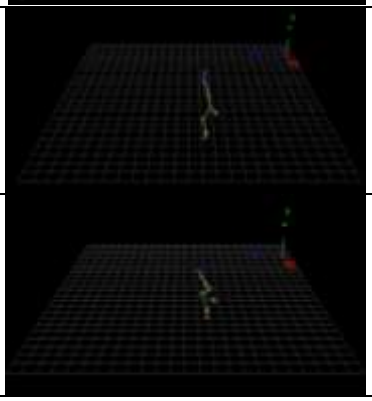
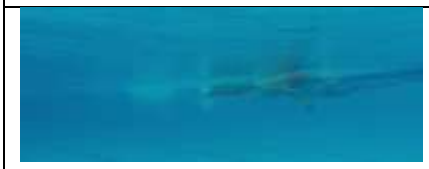
تم إجراء التصوير ثلاثى الأبعاد بإستخدام عدد (٢) كاميرا طراز جوبرو هيرو ٦ موضوعين تحت الماء بحيث كاميرا (١) مواجهة للجانب الأيمن للسباح ومن الأمام وبزاوية ٤٥ درجة مع الخط الطولى للحارة وكاميرا (٢) مواجهة للجانب الأيمن للسباح ومن الخلف وبزاوية ٤٥ درجة مع الخط الطولى للحارة ، تم إجراء التصوير بتردد ٦٠ كادر/ث للكاميرتين مع ضبط التزامن للكاميرات بإستخدام ريموت التزامن طراز جوبرو مع إجراء التصوير لأفضل إثنين سباحين بنادى سموحة مرحلة العمومى ، تم أخذ مقياس رسم ثلاثى الأبعاد ١*١*١ متر فى مكان أداء العومة.

- **التحليل ثلاثى الأبعاد للحظات الأداء الفى لسباحة ١٠٠م حره**

تم إجراء التحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد لعدد ٢ محاولة بحيث تم تحليل أفضل محاولة لكل سباح وإستخراج المتغيرات البيوميكانيكية من خلال إستخدام برنامج التحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد Skillspector مع إستخراج ومعالجة المتغيرات بإستخدام برنامج excel ٢٠١٠ وتحديد نتائج اللحظات المختارة قيد الدراسة (جدول ١)

جدول (١) الأداء الفعلى والأشكال العصوية من الجانب ومن الأمام وفقا للتحليل ثلاثى الأبعاد للحظات تحليل اداء العومة

م	اللحظات	منظر جانبى stickfigures	منظر أمامى stickfigures	الأداء الفعلى Reality
١	بداية مسك الماء			
٢	نهاية مسك الماء			
٣	بداية الشد بالذراع			

م	اللحظات	منظر جانبى stickfigures	منظر أمامى stickfigures	الأداء الفعلى Reality
٤	نهاية الشد بالذراع			
٥	بداية الدفع بالذراع			
٦	نهاية الدفع بالذراع			

عرض ومناقشة النتائج :

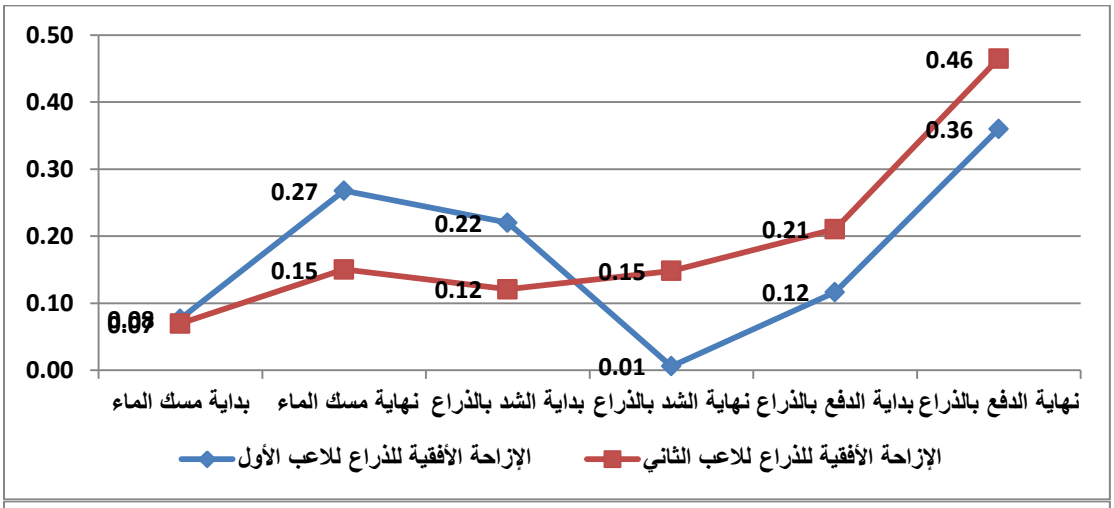
جدول (٢)

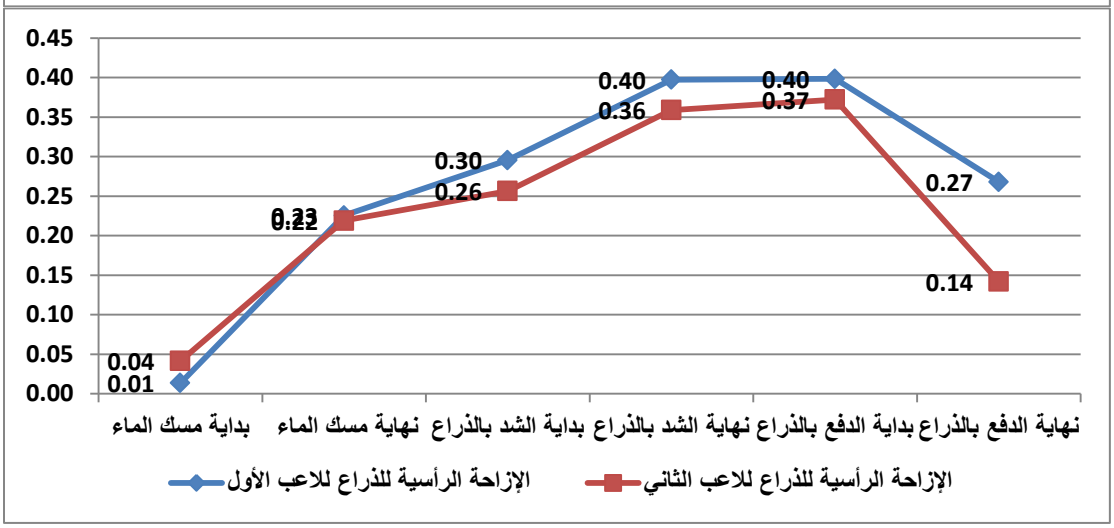
نتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

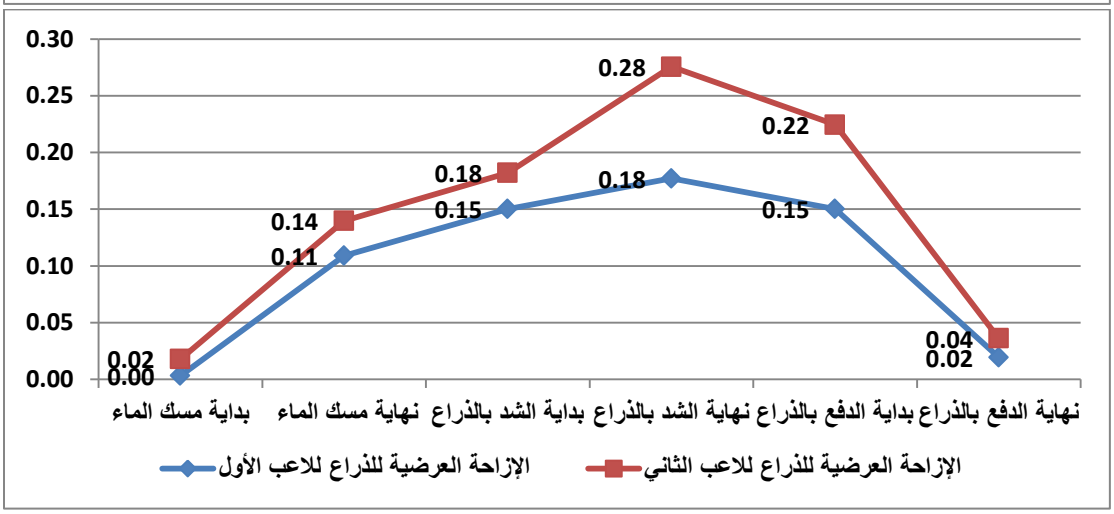
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية مسك الماء			نهاية مسك الماء		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
الإزاحات (متر)	للذراع	الأفقية	٠.٠٠٨	٠.٠٠٧	٠.٠٠١	٠.٢٧	٠.١٥	٠.١٢
		الرأسية	٠.٠٠١	٠.٠٠٤	-٠.٠٠٣	٠.٢٣	٠.٢٢	٠.٠٠١
		العرضية	٠.٠٠٠	٠.٠٠٢	-٠.٠٠١	٠.١١	٠.١٤	-٠.٠٠٣
		المحصلة	٠.٠٠٨	٠.٠٠٨	-٠.٠٠١	٠.٣٧	٠.٣٠	٠.٠٠٧
الإزاحات (متر)	مركز الثقل	الأفقية	٠.٠٠٧	٠.٠٠٦	٠.٠٠١	٠.٣٢	٠.٢٥	٠.٠٠٨
		الرأسية	٠.٠٠٠	٠.٠٠١	-٠.٠٠١	٠.٠٠٢	٠.٠٠٤	-٠.٠٠٣
		العرضية	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٢	٠.٠٠٠	٠.٠٠٢
		المحصلة	٠.٠٠٧	٠.٠٠٦	٠.٠٠١	٠.٣٢	٠.٢٥	٠.٠٠٧

المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية الشد بالذراع			نهاية الشد بالذراع		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
الإزاحات (متر)	للذراع	الأفقية	٠.٢٢	٠.١٢	٠.١٠	٠.٠١	٠.١٥	-٠.١٤
		الرأسية	٠.٣٠	٠.٢٦	٠.٠٤	٠.٤٠	٠.٣٦	٠.٠٤
		العرضية	٠.١٥	٠.١٨	-٠.٠٣	٠.١٨	٠.٢٨	-٠.١٠
		المحصلة	٠.٤٠	٠.٣٤	٠.٠٦	٠.٤٤	٠.٤٨	-٠.٠٤
الإزاحات (متر)	مركز الثقل	الأفقية	٠.٣٩	٠.٣١	٠.٠٧	٠.٥٠	٠.٥٧	-٠.٠٧
		الرأسية	٠.٠٣	٠.٠٤	-٠.٠١	٠.٠٧	٠.٠٢	٠.٠٥
		العرضية	٠.٠٣	٠.٠٠	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٠١	٠.٠٣
		المحصلة	٠.٣٩	٠.٣١	٠.٠٧	٠.٥١	٠.٥٧	-٠.٠٦

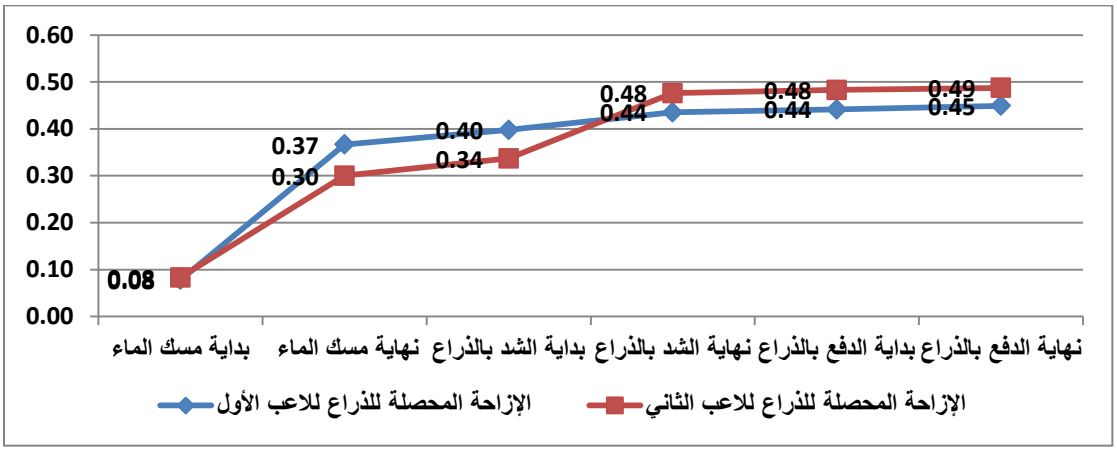
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية الدفع بالذراع			نهاية الدفع بالذراع		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
الإزاحات (متر)	للذراع	الأفقية	٠.١٢	٠.٢١	-٠.٠٩	٠.٣٦	٠.٤٦	-٠.١١
		الرأسية	٠.٤٠	٠.٣٧	٠.٠٣	٠.٢٧	٠.١٤	٠.١٣
		العرضية	٠.١٥	٠.٢٢	-٠.٠٧	٠.٠٢	٠.٠٤	-٠.٠٢
		المحصلة	٠.٤٤	٠.٤٨	-٠.٠٤	٠.٤٥	٠.٤٩	-٠.٠٤
الإزاحات (متر)	مركز الثقل	الأفقية	٠.٥٦	٠.٦٥	-٠.٠٩	٠.٧١	١.٠٣	-٠.٣٢
		الرأسية	٠.٠٩	٠.٠٤	٠.٠٥	٠.١٦	٠.٢١	-٠.٠٥
		العرضية	٠.٠٣	٠.٠١	٠.٠٣	٠.٠١	٠.١١	-٠.١٠
		المحصلة	٠.٥٦	٠.٦٥	-٠.٠٩	٠.٧٣	١.٠٦	-٠.٣٣

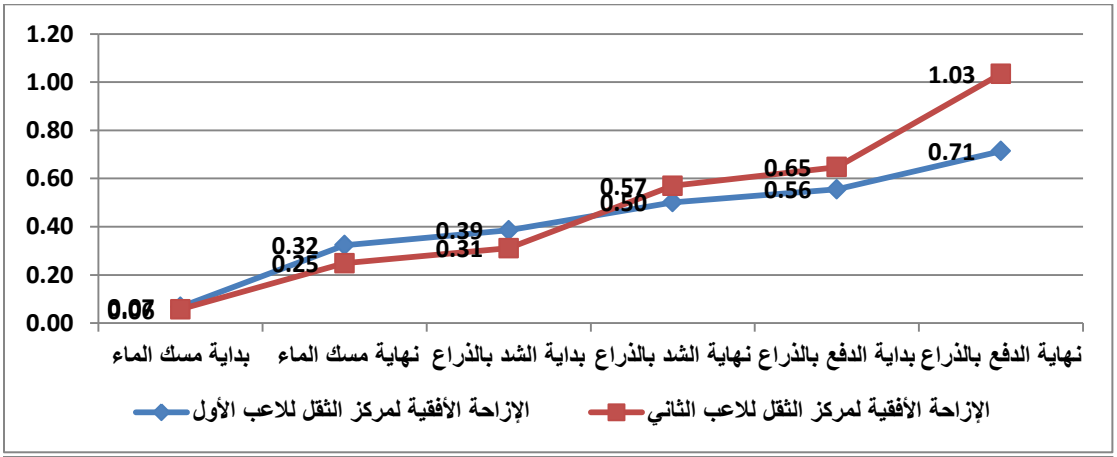


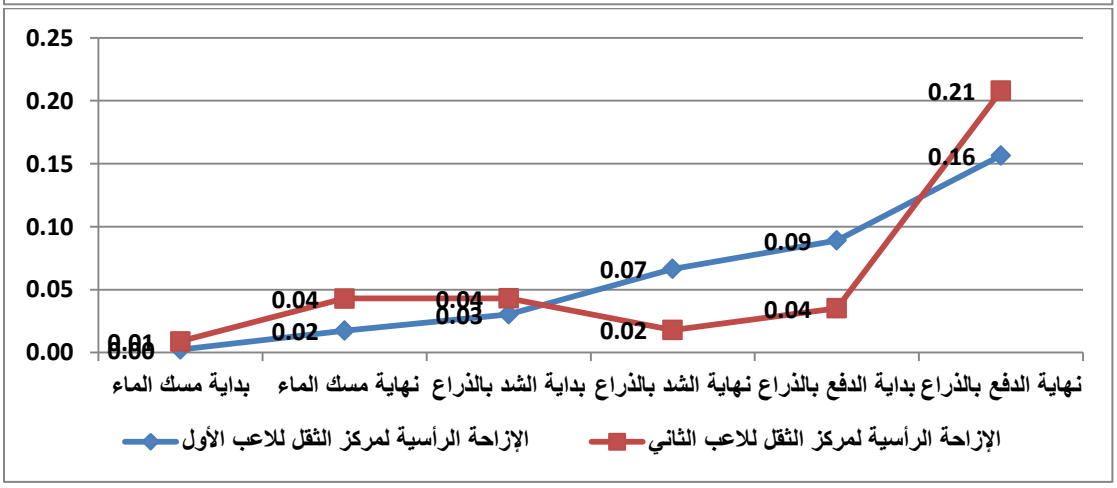




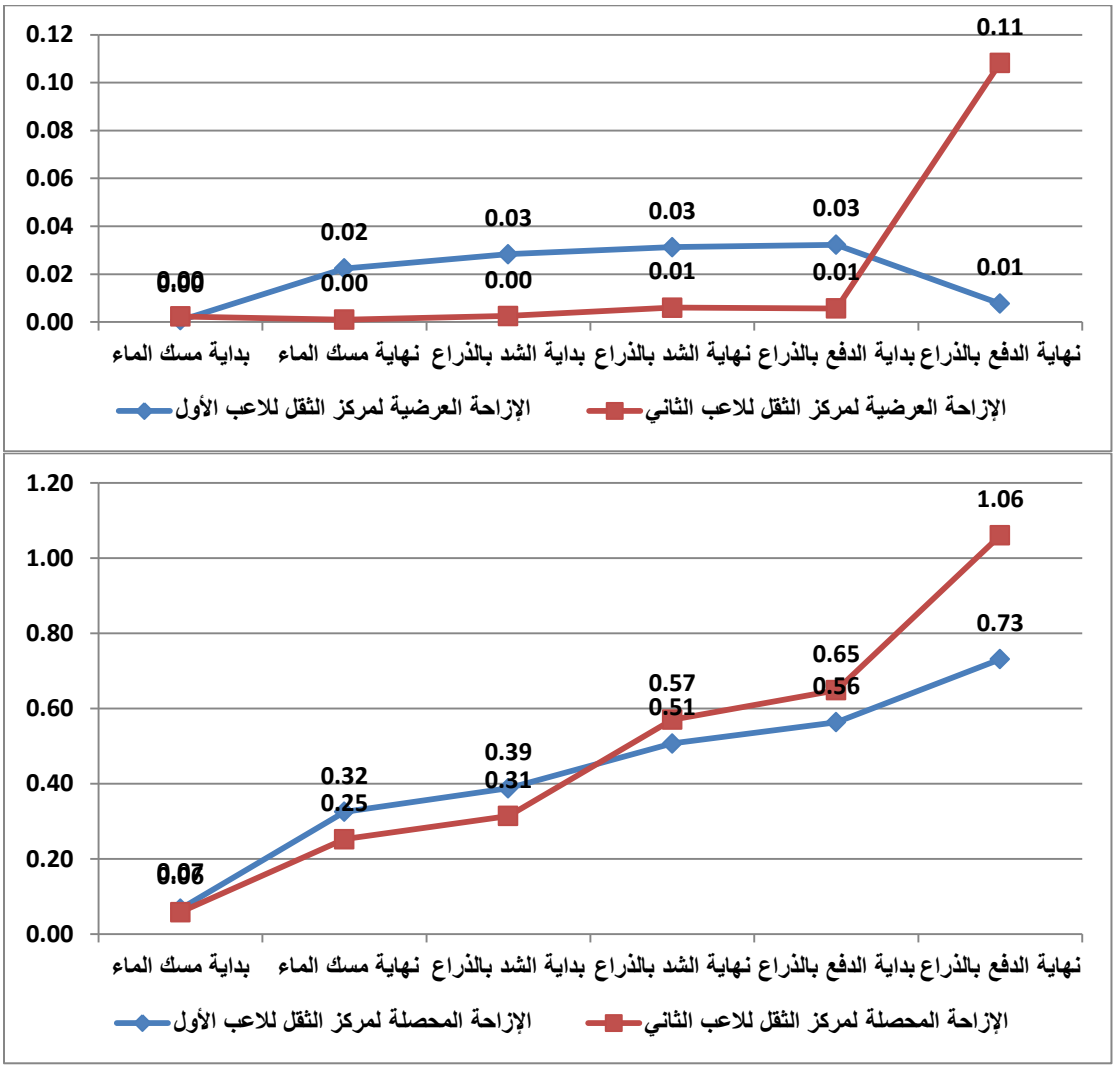
شكل بيانى (٢) يوضح الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره







تابع شكل بيانى (٢) يوضح الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



تابع شكل بيانى (٢) يوضح الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

يتضح من الجدول رقم (٢) والشكل البياني رقم (٢) والخاصة بنتائج الإزاحات (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة ما يلى :

تفوق اللاعب الأول عى اللاعب الثانى فى مستوى الإزاحة الأفقية للذراع فى بداية مرحلة مسك الماء بينما كان مستوى الإزاحة الرأسية والعرضية أعلى عند اللاعب الثانى مقارنة باللاعب الاول إلا ان الإزاحة المحصلة للذراع كانت متساوية للاعبين حيث بلغت (٠.٠٨) لكليهما ، بينما كانت الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم للاعب الأول أعلى من اللاعب الثانى لبداية مرحلة المسك للماء حيث بلغت عند اللاعب الأول (٠.٠٧) وعند اللاعب

الثانى (٠.٠٦) وبفارق (٠.٠١) للاعب الاول وهو الأمر الناتج عن تفوق اللاعب الأولى فى الإزاحة الأفقية عن اللاعب الثانى حيث حققت نفس الفارق بين اللاعبين وهو (٠.٠١).

وفى نهاية مرحلة مسك الماء كانت المحصلة لإزاحة الذراع للاعب الاول أعلى من اللاعب الثانى وهو الأمر الناتج أيضاً عن تفوق نفس اللاعب فى مستوى الإزاحة الأفقية للذراع ، وهو الأمر الذى إتضح أيضاً فى محصلة الإزاحة الأفقية لمركز ثقل الجسم حيث بلغت عند اللاعب الأول (٠.٣٢) بينما بلغت عند اللاعب الثانى (٠.٢٥) وبفارق (٠.٠٧) لصالح اللاعب الاول .

وفى بداية مرحلة الشد بالذراع كان مستوى الإزاحة الأفقية والرأسية أعلى عند اللاعب الأول بينما كانت النتيجة معاكسة بالنسبة للإزاحة العرضية التى كانت بمستوى أعلى عند اللاعب الثانى الأمر الذى إنعكس على مستوى الإزاحة المحصلة للذراع فى بداية مرحلة الشد حيث بلغت عند اللاعب الأول (٠.٤٠) متفوقاً على اللاعب الثانى حيث بلغت لدية مستوى الإزاحة المحصلة (٠.٣٤) بفارق (٠.٠٦) لصالح اللاعب الأول .

وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة محمد حافظ (٢٠٢١)والتى تشير إلى وجود علاقة ارتباطية معنوية طردية ذات دلالة احصائية بين العديد من المتغيرات البيوميكانيكية والمستوى الرقمي لسباحة ١٠٠ م حرة والتي تظهر فى نسبة الفرق فى الإزاحات الافقية لرسغ اليد والتي قدرت بنسبة ٨٧٠٨.٥٤ % بقيمة ٠,٩٦٩ لصالح لاعب المستوى العالي. (١٤)

وكانت النتيجة مماثلة فى الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم حيث بلغت عند اللاعب الأول (٠.٣٩) وعند اللاعب الثانى (٠.٣١) بفاق (٠.٠٧) وهذه النتيجة عائده أيضا إلى تفوق اللاعب الأول فى الإزاحة الأفقية حيث كانت نتائجه مماثلة تماماً لنتائج الإزاحة المحصلة وهى (٠.٣٩) للاعب الأول و (٠.٣١) للاعب الثانى .

وفى نهاية مرحلة الشد بالذراع بلغ مستوى الإزاحة الأفقية للذراع عند اللاعب الأول (٠.٠١) بينما بلغت عند اللاعب الثانى (٠.١٥) بفارق (٠.١٤) لصالح اللاعب الثانى الأمر الذى إنعكس بدوره على مستوى الإزاحة المحصلة للذراع حيث بلغت عند اللاعب الثانى (٠.٤٨) بينما بلغت (٠.٤٤) للاعب الأول بفارق (٠.٠٤) لصالح اللاعب الثانى ، وجاءت نتائج الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم مماثلة لتلك النتائج حيث بلفت (٠.٥٧) للاعب الثانى متفوقاص بذلك على اللاعب الأول والتى بلغ مستوى الإزاحة عنده (٠.٥١) وبفارق (٠.٠٦)

وفى بداية مرحلة الدفع بالذراع تفوق اللاعب الثانى فى مستوى الإزاحة المحصلة للذراع على اللاعب الاول حيث بلغت (٠.٤٨) للاعب الثانى بينما بلغت (٠.٤٤) للاعب الأول وبفارق (٠.٤) ، وإذا نظرنا إلى نتائج الإزاحة (الأفقية والرأسية والعرضية) نجد ان ذلك حدث نتيجة زيادة مستوى الإزاحة الأفقية للذراع عند اللاعب الثانى فى بداية مرحلة الدفع بالذراعين ، وكان الأمر مماثلاُ أيضاً فى مستوى الإزاحة الحصلة لمركز ثقل الجسم حيث بلغت (٠.٦٥) عند اللاعب الثانى و (٠.٥٦) عند اللاعب الأول وهى مطابقة تماماً للإزاحة الأفقية لمركز ثقل الجسم لنفس اللحظة (بداية مرحلة الدفع بالذراعين) .

ولم يختلف الأمر كثيراً فى نهاية مرحلة الدفع بالذراعين حيث تفوق اللاعب الثانى فى مستوى الإزاحة المحصلة للذراع حيث بلغت (٠.٤٩) للاعب الثانى و (٠.٤٥) للاعب الاول بفارق (٠.٠٤) ، وأيضا جاءت نتائج الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى نفس الإتجاه حيث بلغت نتائجها للاعب الثانى ((١.٠٦) وعند اللاعب الأول (٠.٧٣) بفارق (٠.٣٣) لصالح اللاعب الثانى .

مما سبق ومن خلال عرض النتائج الخاصة بمستوى الإزاحات (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة يتضح الأتى :-

- تفوق اللاعب الأول (المستوى المميز) على اللاعب الثانى فى مستوى الإزاحة المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم لمراحل (مسك الماء – الشد بالذراعين) ، بينما تفوق اللاعب الثانى على اللاعب الأول فى مستوى الإزاحة المحصلة للذراع ولمركز ثقل الجسم فى مرحلة (الدفع بالذراعين) ، ويتضح من ذلك أن المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره أكثر إرتباطاً بالإزاحة المحصلة سواء للذراع او للمركز ثقل الجسم خلال المراحل الاولى للاداء (مسك الماء – الشد بالذراعين) بينما يكون مستوى هذه الإزاحات خلال مرحلة (الدفع بالذراعين) أقل تأثيراً على المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره .
- ان زيادة مستوى الإزاحة المحصلة لكلا اللاعبين كان مرتبط دائماً إرتباطاً طردياً بمستوى الإزاحة الأفقية خلال مراحل ولحظات الاداء المختلفة أى أنه كلما زادت الإزاحة الأفقية سواء كان ذلك للذراع أو لمركز ثقل الجسم كلما زادة الإزاحة المحصلة لكليهما .
- كما لوحظ أيضاً وخلال معظم لحظات الأداء وجود علاقة عكسية بين كلا من (الإزاحة الرأسية والإزاحة العرضية) وبين (الإزاحة الأفقية سواء كانت للذراع او لمركز ثقل الجسم أى أنه كلما قل مستوى الإزاحة الرأسية والعرضية زاد مستوى الإزاحة الأفقية وهو الأمر الذى يساعد فى تحريك الجسم للأمام فى عكس إتجاه الحركة وهو الامر الذى يساعد فى تحقيق الهدف المنشود وهو قطع مسافة السباق فى أقل زمن ممكن

وفى هذا السياق يشير(Maglischo E. , ٢٠٠٣) ان فى عملية الشد يتحرك الجسم الى الامام وتصل اليد الى الورك حتى تطلق الماء للخلف مع مراعاة الحفاظ على الكوع عاليا و ان الكتفان يعتبران المفتاح عندما يحتاج السباح الى الاستفادة من اعلى كمية من الطاقة المتوفرة من دوران الكتفين وشد الذراعين كما يذكر ان فى عملية نهاية الشد بالذراعين تكون رؤوس الاصابع متجهة الى اسفل فى اتجاه قاع الحمام ويكون الكوع منثني وعاليا ويتدحرج الكتف الى اعلى. (١٦ : ١٤٩-١٥١)

ويؤكد أيضاً ان قوة السحب او الدفع هى قوة تبذل فى اتجاه معاكس ففي السباحة الحرة يكون الدفع بالذراعين للخلف لكى يتحرك السباح الى الامام وان ضربات الرجلين تكون بمثابة الارض الصلبة التي تساعد الذراعين بشكل كبير على عمل الدفع والشد بشكل جيد ويذكر لذلك مثال وضع شخص يرفع اثقال على ارض

صلبة بوضعه اذا كان على مرتبه فيكون الوضع مختلف مما يعرقل الذراعين فى العمل بشكل جيد. (١٦: ١٥٢-١٥٤)

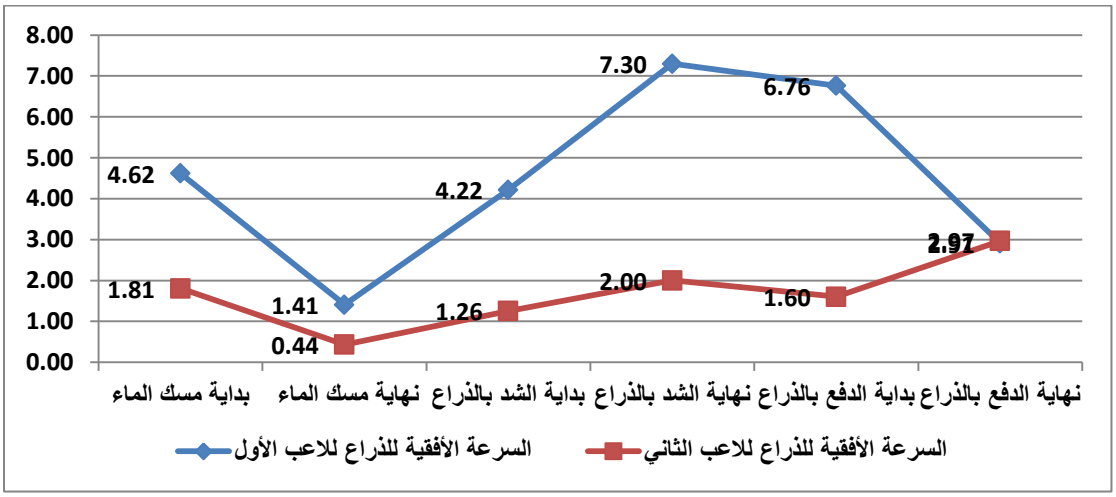
وهذه النتائج توضح الدور الكبير لمستويات الإزاحة المختلفة (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) فى المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره .

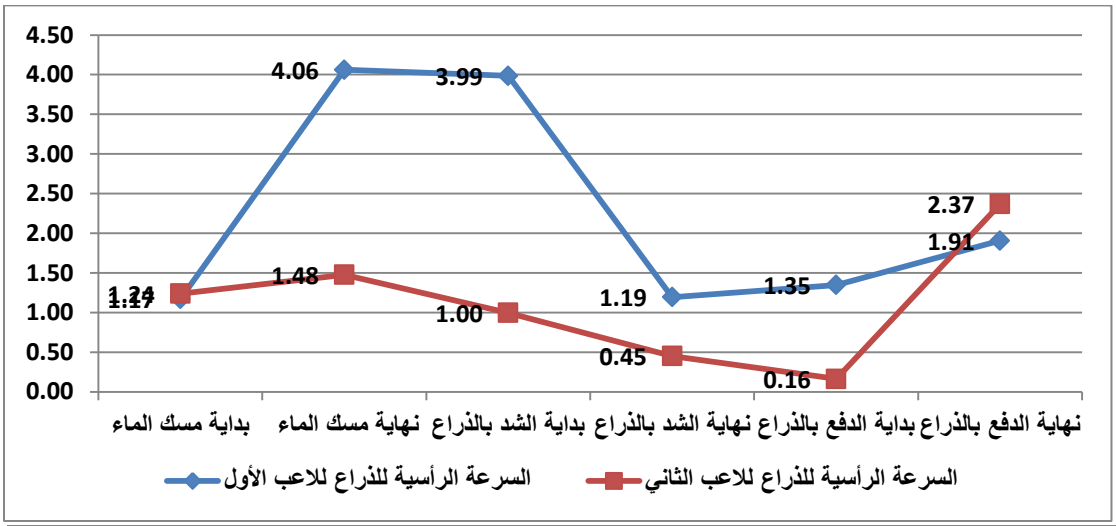
جدول (٣)

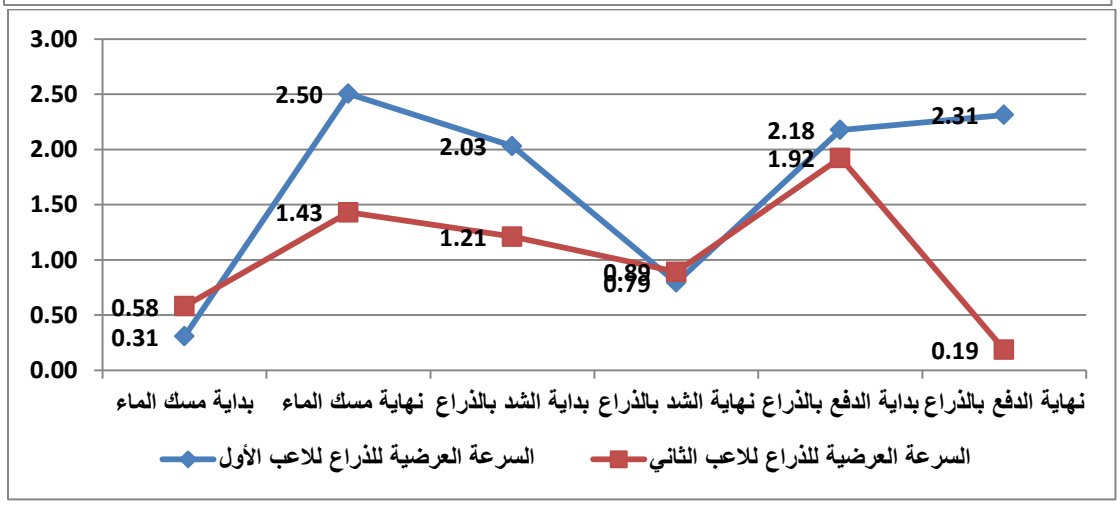
نتائج السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

المؤشرات البيوميكانيكية		اللحظات	بداية مسك الماء			نهاية مسك الماء		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
السرعات (متر/ثانية)	للذراع	الأفقية	٤.٦٢	١.٨١	٢.٨١	١.٤١	٠.٤٤	٠.٩٧
		الرأسية	١.١٧	١.٢٤	-٠.٠٧	٤.٠٦	١.٤٨	٢.٥٨
		العرضية	٠.٣١	٠.٥٨	-٠.٢٧	٢.٥٠	١.٤٣	١.٠٧
		المحصلة	٤.٧٧	٢.٢٧	٢.٥١	٤.٩٧	٢.١٠	٢.٨٧
السرعات (متر/ثانية)	مركز الثقل	الأفقية	٤.٠٥	١.٧٨	٢.٢٨	٣.٦٦	١.٩١	١.٧٥
		الرأسية	٠.١٥	٠.٣٢	-٠.١٧	٠.٦٣	٠.١٣	٠.٥٠
		العرضية	٠.٠٥	٠.٠٤	٠.٠١	٠.٣٤	٠.٠٢	٠.٣٣
		المحصلة	٤.٠٦	١.٨١	٢.٢٥	٣.٧٣	١.٩١	١.٨١
السرعات (متر/ثانية)	للذراع	الأفقية	٤.٢٢	١.٢٦	٢.٩٦	٧.٣٠	٢.٠٠	٥.٣٠
		الرأسية	٣.٩٩	١.٠٠	٢.٩٩	١.١٩	٠.٤٥	٠.٧٤
		العرضية	٢.٠٣	١.٢١	٠.٨٢	٠.٧٩	٠.٨٩	-٠.١٠
		المحصلة	٦.١٥	٢.٠١	٤.١٤	٧.٤٤	٢.٢٤	٥.٢٠
السرعات (متر/ثانية)	مركز الثقل	الأفقية	٣.٦٥	١.٨٣	١.٨٢	٣.٣٠	٢.٢٦	١.٠٤
		الرأسية	٠.٨٨	٠.١٤	٠.٧٤	١.٢٦	٠.٥٠	٠.٧٧
		العرضية	٠.٢٨	٠.٠٦	٠.٢٢	٠.٠١	٠.٠٣	-٠.٠١
		المحصلة	٣.٧٦	١.٨٤	١.٩٣	٣.٥٣	٢.٣١	١.٢٢

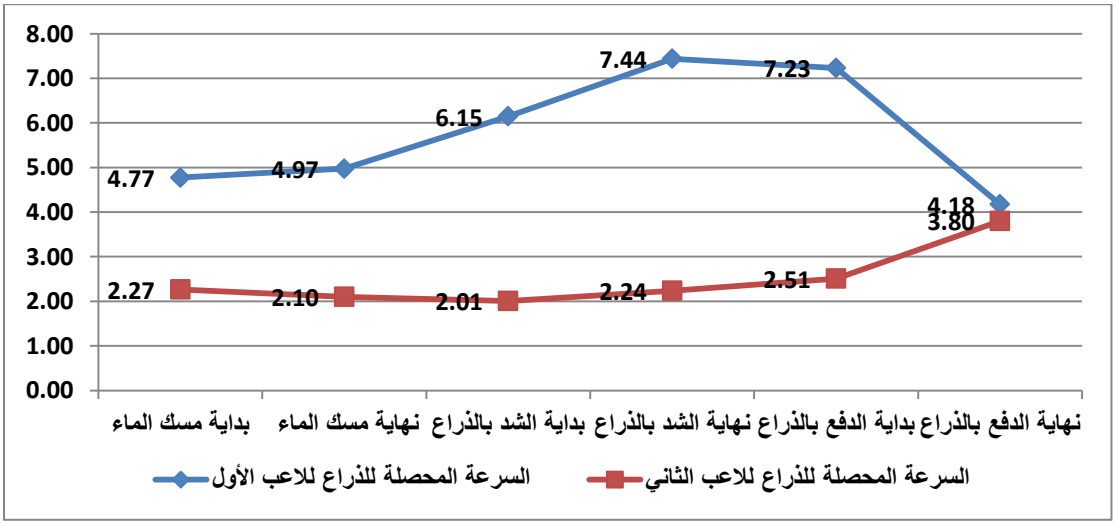
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية الدفع بالذراع			نهاية الدفع بالذراع		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
السرعات (متر/ثانية)	للذراع	الأفقية	٦.٧٦	١.٦٠	٥.١٦	٢.٩١	٢.٩٧	-٠.٠٦
		الرأسية	١.٣٥	٠.١٦	١.١٩	١.٩١	٢.٣٧	-٠.٤٦
		العرضية	٢.١٨	١.٩٢	٠.٢٥	٢.٣١	٠.١٩	٢.١٣
		المحصلة	٧.٢٣	٢.٥١	٤.٧٢	٤.١٨	٣.٨٠	٠.٣٧
السرعات (متر/ثانية)	مركز الثقل	الأفقية	٣.٢٦	٢.٣٤	٠.٩٢	٢.٩٧	٢.٤٣	٠.٥٥
		الرأسية	١.٤٣	٠.٦٧	٠.٧٦	١.٠٨	٠.٩١	٠.١٧
		العرضية	٠.١٦	٠.٠٧	٠.٠٩	٠.٤٨	١.١٧	-٠.٦٩
		المحصلة	٣.٥٦	٢.٤٣	١.١٣	٣.٢٠	٢.٨٥	٠.٣٦

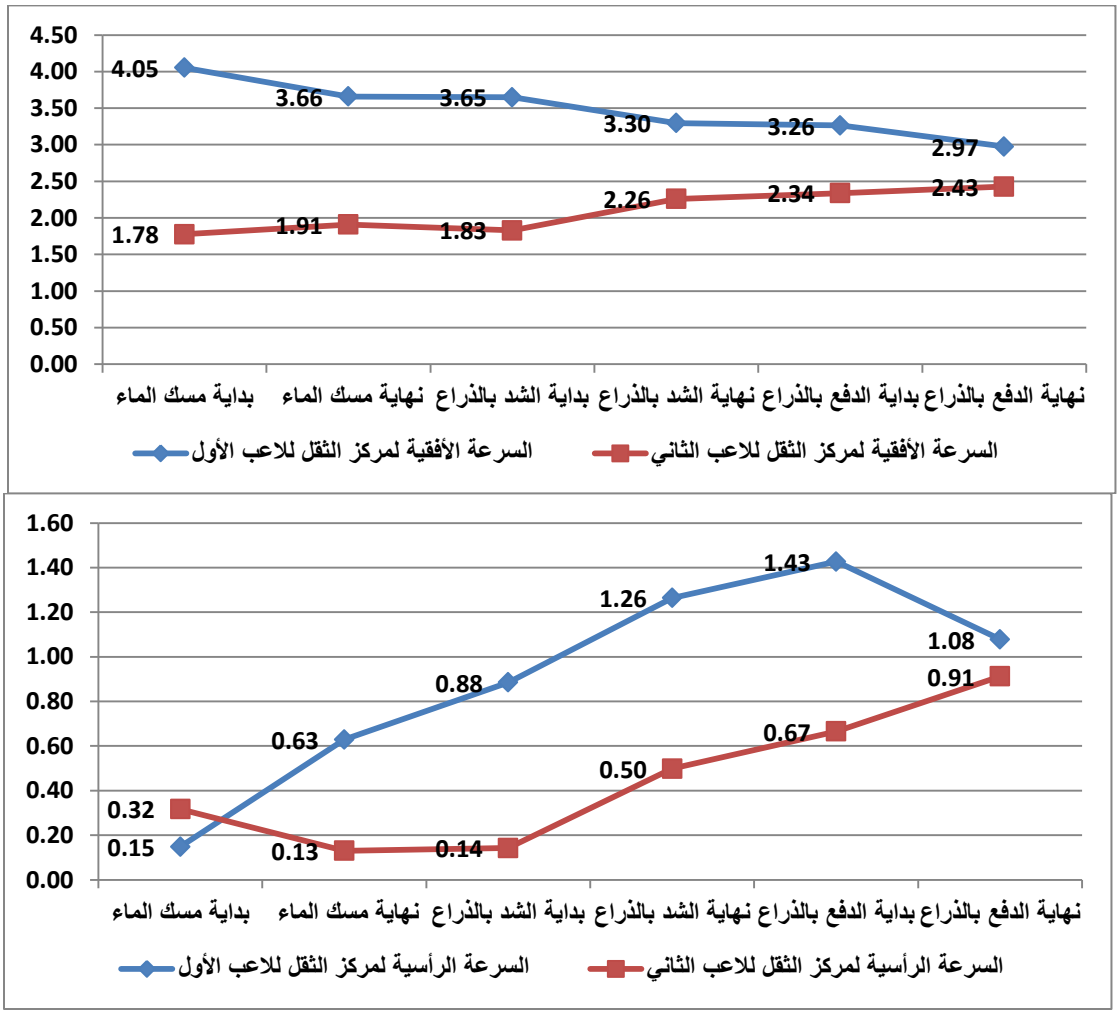




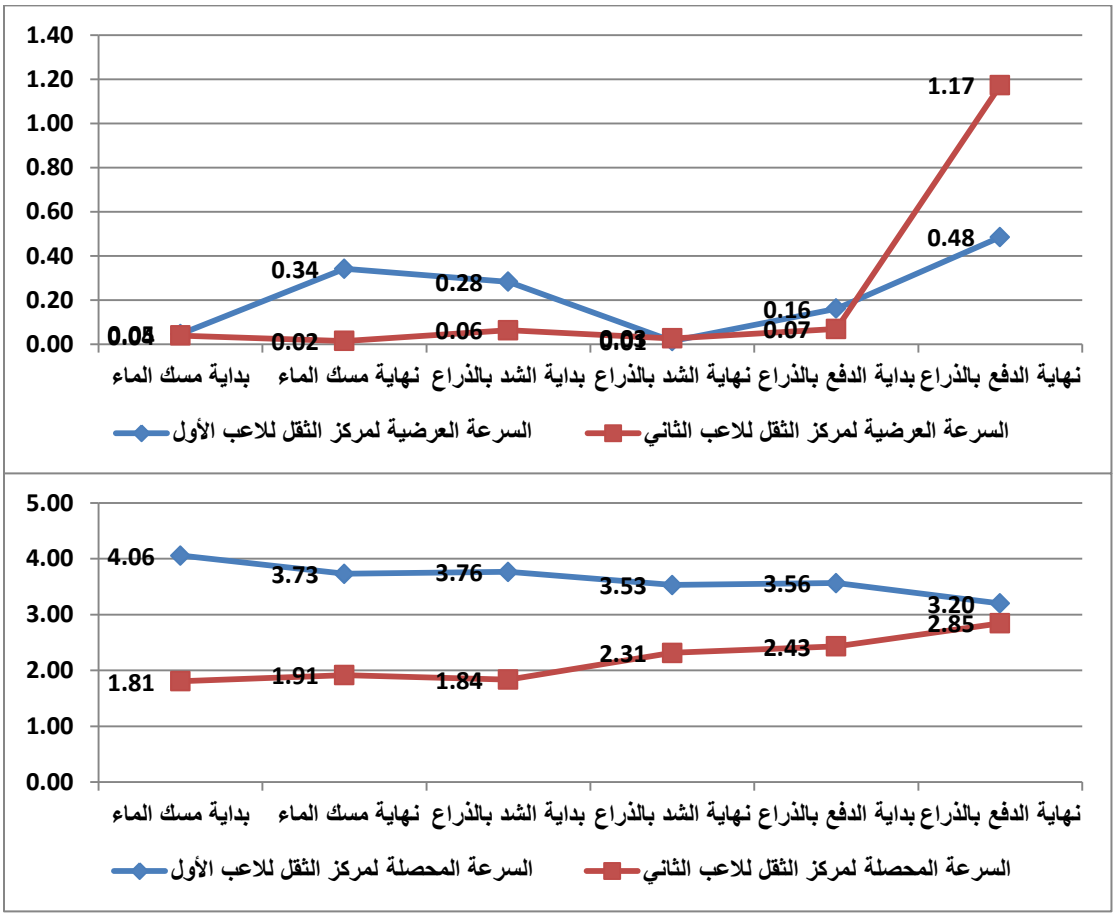


شكل بيانى (٣) يوضح السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره





تابع شكل بيانى (٣) يوضح السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



تابع شكل بيانى (٣) يوضح السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

يتضح من الجدول رقم (٣) والشكل البيانى رقم (٣) والخاصة بنتائج السرعات (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة ما يلى :

تفوق اللاعب الأول عى اللاعب الثانى فى مستوى السرعة الأفقية للذراع فى بداية مرحلة مسك الماء بينما كان مستوى االسرعة الرأسية والعرضية أعلى عند اللاعب الثانى مقارنة باللاعب الاول وكان السرعة المحصلة للذراع عند اللاعب الاول (٤.٧٧) واللاعب الثانى (٢.٢٧) وبفارق (٢.٥١) لصاح اللاعب الاول ، وكانت السرعة المحصلة لمركز ثقل الجسم عند اللاعب الأول أعلى بكثير من اللاعب الثانى لنفس المرحلة بداية المسك للماء حيث بلغت عند اللاعب الأول (٤.٠٦) وعند اللاعب الثانى (١.٠٨) وبفارق (٢.٢٥) لصالح اللاعب الاول وهو الامر الذى يتماشى مع تفوق اللاعب الاول أيضاً فى مستوى السرعة الأفقية عن اللاعب الثانى وبفارق (٢.٢٨) لصالح اللاعب الاول أيضا وكذلك مستوى السرعة

العرضية ولكن بفارق قليل (٠.٠١) لصالح اللاعب الأول أيضاً ويأتى بصورة عكسية مع مستوى السرعة الرأسية حيث بلغ الفارق فيها (٠.١٧) لصالح اللاعب الثانى .

وفى نهاية مرحلة مسك الماء كانت محصلة السرع للذراع للاعب الاول أعلى من اللاعب الثانى وبفارق كبير أيضاً بلغ (٢.٨٧) وجاء الأمر مماثلاً أيضاً فى مستوى كل من السرعة (الأفقية – الرأسية – العرضية) حيث بلغ الفارق على التوالى (٠.٩٧ – ٢.٥٨ – ١.٠٧) لصالح اللاعب الأول ، وهذا الأمر الذى إتضح أيضاً فى محصلة السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم حيث بلغت عند اللاعب الأول (٣.٧٣) بينما بلغت عند اللاعب الثانى (١.٩١) وبفارق (١.٨١) لصالح اللاعب الاول وكان الأمر مماثلاً لكل من للسرعة الأفقية و الرأسية والعرضية حيث بلغ الفارق على التوالى (١.٧٥- ٠.٥٠ – ٠.٣٣) لصالح اللاعب الأول.

وفى بداية مرحلة الشد بالذراع كان مستوى السرعة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة) للذراع أعلى عند اللاعب الأول حيث بلغ الفارق فى تلك لاسرعات بين اللاعبين على التوالى (٢.٩٦ – ٢.٩٩ – ٠.٨٢ – ٤.١٤) لصالح اللاعب الأول ، وكانت النتيجة مماثلة فى سرعات مركز ثقل الجسم حيث الفارق بين اللاعبين فى تلك السرعات على التوالى (١.٨٢ – ٠.٧٤ – ٠.٢٢ – ١.٩٣) لصالح اللاعب الأول .

وفى نهاية مرحلة الشد بالذراع بلغ مستوى السرعة المحصلة للذراع عند اللاعب الأول (٧.٤٤) بينما بلغت عند اللاعب الثانى (٢.٢٤) بفارق (٥.٢٠) لصالح اللاعب الأول متفقاً فى ذلك مع مستوى السرعة الأفقية والرأسية التى جاءت نتائجها لصالح اللاعب الأول ومغايراً لمستوى السرعة العرضية للذراع والتى جاءت نتائجها بفارق (٠.١٠) لصالح اللاعب الثانى ، وكان الأمر بالمثل بالنسبة لنتائج سرعات مركز ثقل الجسم حيث جاءت النتائج لصالح اللاعب الأول فى مستوى السرعات الأفقية والرأسية والمحصلة بينما نتائج مستوى السرعة العرضية لمركز ثقل الجسم فى هذه اللحظة من نهاية مرحلة الشد بالذراع كانت لصالح اللاعب الثانى .

وفى بداية مرحلة الدفع بالذراع تفوق اللاعب الأول فى مستوى السرعات الأربعة للذراع على اللاعب االثانى حيث بلغت الفوارق فى مستوى السرعات بين اللاعبين على التوالى (٥.١٦ – ١.١٩ – ٠.٢٥ – ٤.٧٢) لصالح اللاعب الأول ، وجاءت نفس النتائج لمستوى سرعات مركز ثقل الجسم حيث بلغت الفوارق فى مستوى السرعات بين اللاعبين على التوالى (٠.٩٢ – ٠.٧٦ – ٠.٠٩ – ١.١٣) لصالح اللاعب الأول

أما فى نهاية مرحلة الدفع بالذراع فلم يكن الأمر مماثلاً حيث تفوق اللاعب الثانى فى مستوى السرعات (الأفقية – والرأسية) للذراع على اللاعب الأول وكانت الفوارق على التوالى (٠.٠٦ – ٠.٤٦) لصالح اللاعب الثانى إلا ان نتائج السرعات (العرضية – والمحصلة) للذراع كانت لصالح اللاعب الاول بفارق (

٢.١٣ – ٠.٣٧) على التوالى وهى المره الوحيدة خلال نتائج التحليل الثلاثى قيد البحث الذى لاتتماشى فيه نتائج السرعة الأفقية مع نتائج السرعة المحصلة للذراع ، كما جاءت نتائج جميع السرعات لمركز ثقل الجسم لصالح اللاعب الأول فيما عدا السرعة العرضية لمركز ثقل الجسم كانت نتائجها لصالح اللاعب الثانى .

ويؤكد ذلك Hannula & Thorton, ٢٠٠١ حيث يشير إلى أنه فى نهاية مرحلة الدفع ينطلق الجسم سريعاً الى الامام وبقوة واذا اردت ان تجعل السباحين يتدربون جيداً على هذا الجزء فيمكنك ان تطلب ان يقوموا بالسباحة ٢٥ م حرة بدون نفس حتى يشعرون بنهاية الدفع وأهميته فى عملية الانتقال للأمام ولا ينبغي ان تدفع الماء الى الهواء بل يجب الدفع الى اسفل وللخلف ويجب ان يكون الايقاع فى هذا الجزء سريع واذا كان بطئ يجب العثور على خط اسهل فى الماء . (١٥)

كما يشير Maglischo E. , ٢٠٠٣, pp. ١٥٢-١٥٤ الى ان قوة السحب او الدفع هى قوة تبذل فى اتجاه معاكس ففي السباحة الحرة يكون الدفع بالذراعين للخلف لكى يتحرك السباح الى الامام وان ضربات الرجلين تكون بمثابة الارض الصلبة التي تساعد الذراعين بشكل كبير على عمل الدفع والشد بشكل جيد ويذكر لذلك مثال وضع شخص يرفع اثقال على ارض صلبة بوضعه اذا كان على مرتبه فيكون الوضع مختلف مما يعرقل الذراعين فى العمل بشكل جيد (١٦ : ١٥٢-١٥٤)

مما سبق ومن خلال عرض النتائج الخاصة بمستوى االسراعات (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة يتضح الأتى :-

- تفوق اللاعب الأول (المستوى المميز) على اللاعب الثانى (المستوى الأقل تميزاً) فى مستوى السرعات المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم فى جميع مراحل الأداء وهو الأمر الذى يتضح بشكل كبير من خلال نتائج السرعات المحصلة لمراحل الاداء المختلفة حيث كانت جميعها لصالح لالاعب الاول .
- ان زيادة مستوى السرعة المحصلة لكلا اللاعبين كان مرتبط دائماً إرتباطاً طردياً بمستوى السرعة الأفقية خلال مراحل ولحظات الاداء المختلفة فيما عدا السرعة الأفقية للذراع التى جاءت نتائجه مغايرة للسرعة المحصلة لنفس الذراع وذلك فى مرحة نهاية الدفع بالذراعين)
- كما لوحظ أيضاً وخلال معظم لحظات الأداء وجود علاقة طردية بين كلا من (السرعة الرأسية والسرعة العرضية) وبين (السرعة الأفقية) سواء كانت للذراع او لمركز ثقل الجسم وهى عكس ما كانت علية فى مستويات الإزاحة حيث كانت العلاقة فى معظمها علاقة عكسية .

وهذه النتائج توضح الدور الكبير الذى تلعبة السرعة بمستوياتها المختلفة (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) فى المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره

كما يشير ((٢٠٠٣ , Maglischo E. **أن** وضع الجسم وميكانيكية الاداء الفني لطرق السباحة من اهم العناصر التي تؤثر على السرعة حيث عند الاهتمام بزيادة السرعة يجب ان يتم تقليل المقاومات التي يتعرض لها الجسم اثناء الاداء فى السباحة وتقليل مقاومة الجسم داخل الماء مما يظهر اهمية استخدام كاميرات الفيديو لملاحظة وضع الجسم داخل الماء ثم التغذية الرجعية لتصحيح وضع الجسم ليتضح ان العامل المحدد لمدى السرعة الذى يستطيع السباح الاداء به ليس هو القدرة الهوائية ولكن قدرة الفرد على تحمل الاداء وقدرته على التغلب على مقاومة الماء . (١٦ : ١٥٢ – ١٥٤)

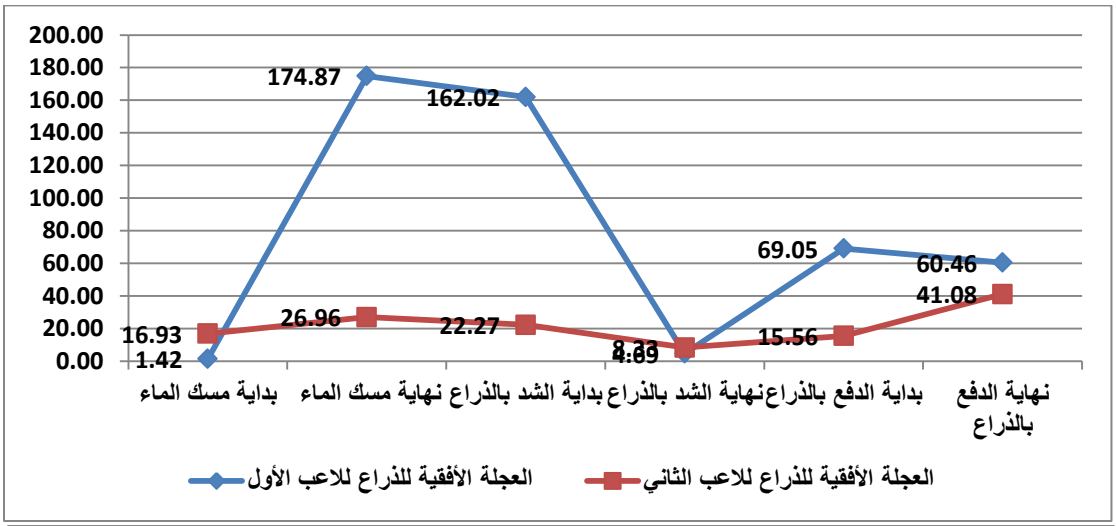
كما يشير (عبد الفتاح و سالم، ٢٠١١م) الى انه كلما تحسنت الكفاءة الميكانيكية لسباحي المستوى العالي كلما قلت مقاومة الجسم للماء بنسبة كبيرة مما يساعد على زيادة قوة الدفع الناتجة من السباحة ويؤكدان ذلك بأن كفاءة الضربة فى السباحة تعتبر عامل هام فان الاداء الجيد لسباح المستوى العالي يعود الى الاقتصاد فى الجهد والكفاءة فى الاداء بنسبة ٧٠ % وحركة ضربات الذراعين التي تصل الى ٣٠ % من قدرة السباح. (١: ٤٩)

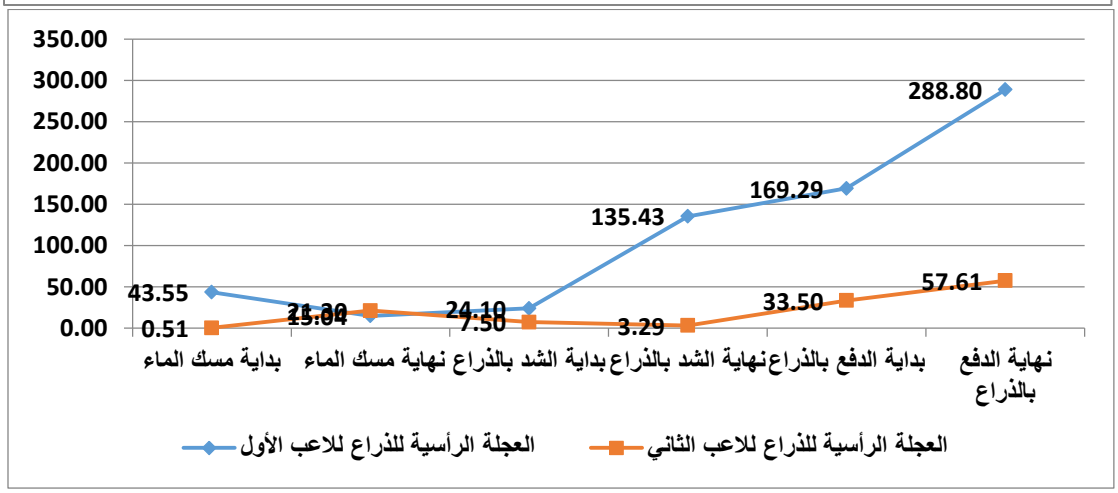
جدول (٤)

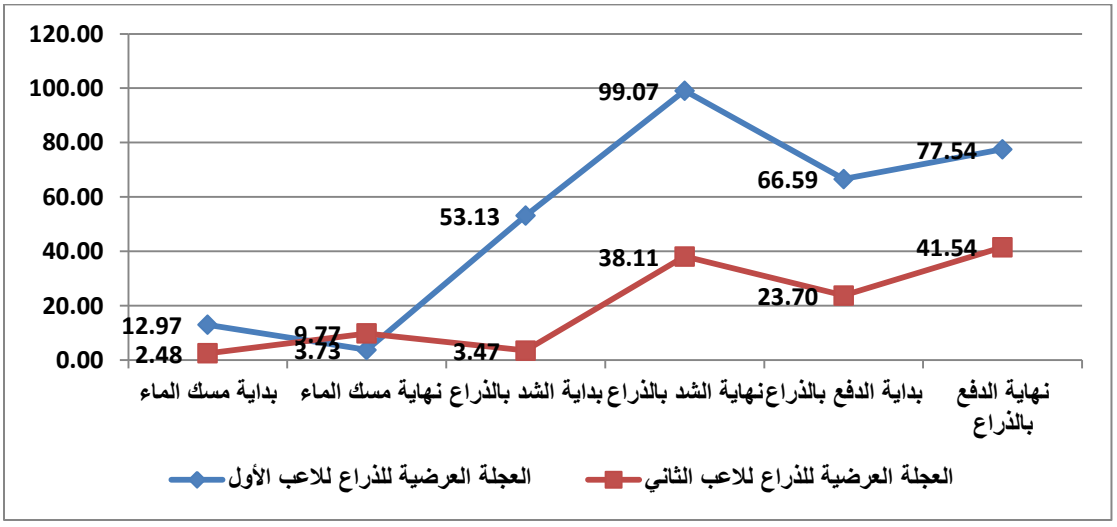
نتائج العجلات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

اللحظات / المؤشرات البيوميكانيكية			بداية مسك الماء			نهاية مسك الماء		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
العجلات (متر/ثانية)²	للذراع	الأفقية	١.٤٢	١٦.٩٣	-١٥.٥٢	١٧٤.٨٧	٢٦.٩٦	١٤٧.٩٢
		الرأسية	٤٣.٥٥	٠.٥١	٤٣.٠٣	١٥.٠٤	٢١.٣٠	-٦.٢٦
		العرضية	١٢.٩٧	٢.٤٨	١٠.٤٩	٣.٧٣	٩.٧٧	-٦.٠٤
		المحصلة	٤٥.٤٦	١٧.١٢	٢٨.٣٤	١٧٥.٥٦	٣٥.٧٢	١٣٩.٨٤
العجلات (متر/ثانية)²	مركز الثقل	الأفقية	٣.٩٠	٣.٥٧	٠.٣٣	٣.٧٨	٢.٣١	١.٤٧
		الرأسية	١.٠٣	٢.٩٩	-١.٩٦	١٧.٣٥	٧.٧٢	٩.٦٣
		العرضية	٠.٨٢	١.٧٦	-٠.٩٤	١.٨١	١.٨٠	٠.٠١
		المحصلة	٤.١١	٤.٩٨	-٠.٨٦	١٧.٨٥	٨.٢٦	٩.٥٩

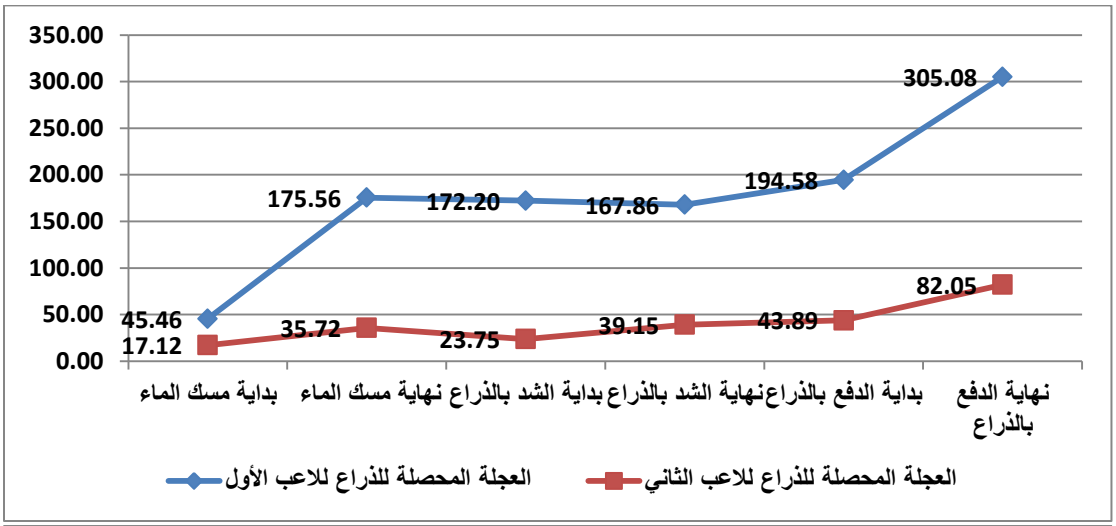
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية الشد بالذراع			نهاية الشد بالذراع		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
العجلات (متر/ثانية)²	للذراع	الأفقية	١٦٢.٠٢	٢٢.٢٧	١٣٩.٧٥	٤.٦٩	٨.٣٣	-٣.٦٤
		الرأسية	٢٤.١٠	٧.٥٠	١٦.٥٩	١٣٥.٤٣	٣.٢٩	١٣٢.١٤
		العرضية	٥٣.١٣	٣.٤٧	٤٩.٦٦	٩٩.٠٧	٣٨.١١	٦٠.٩٦
		المحصلة	١٧٢.٢٠	٢٣.٧٥	١٤٨.٤٥	١٦٧.٨٦	٣٩.١٥	١٢٨.٧١
العجلات (متر/ثانية)²	مركز الثقل	الأفقية	٥.١١	٢.٥٤	٢.٥٧	٦.٢٦	٤.٣٦	١.٩٠
		الرأسية	١٣.٢٨	٨.٦٣	٤.٦٥	١١.٢٧	١.٠٠	١٠.٢٧
		العرضية	٨.٨٢	١.١٠	٧.٧٢	٥.٣٢	١.٠٢	٤.٣٠
		المحصلة	١٦.٧٤	٩.٠٦	٧.٦٨	١٣.٩٥	٤.٥٩	٩.٣٦
العجلات (متر/ثانية)²	للذراع	الأفقية	٦٩.٠٥	١٥.٥٦	٥٣.٤٩	٦٠.٤٦	٤١.٠٨	١٩.٣٨
		الرأسية	١٦٩.٢٩	٣٣.٥٠	١٣٥.٧٨	٢٨٨.٨٠	٥٧.٦١	٢٣١.١٩
		العرضية	٦٦.٥٩	٢٣.٧٠	٤٢.٨٨	٧٧.٥٤	٤١.٥٤	٣٦.٠١
		المحصلة	١٩٤.٥٨	٤٣.٨٩	١٥٠.٦٩	٣٠٥.٠٨	٨٢.٠٥	٢٢٣.٠٣
العجلات (متر/ثانية)²	مركز الثقل	الأفقية	٢.٢٦	٠.٤٠	١.٨٧	١٧.٣٢	٥.٣٦	١١.٩٦
		الرأسية	٨.٢١	٩.٠٠	-٠.٧٩	٣٧.٦٩	٧.٥٧	٣٠.١٢
		العرضية	٢٦.٣٠	٤.٧٠	٢١.٦٠	٩٥.٧٣	٥.٥٦	٩٠.١٨
		المحصلة	٢٧.٦٤	١٠.١٧	١٧.٤٨	١٠٤.٣٣	١٠.٨١	٩٣.٥٢

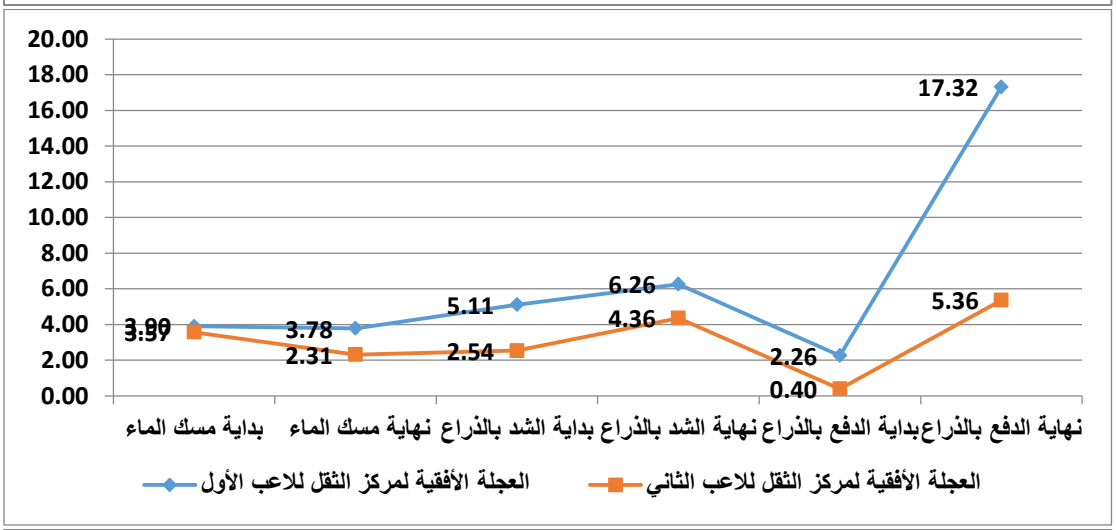


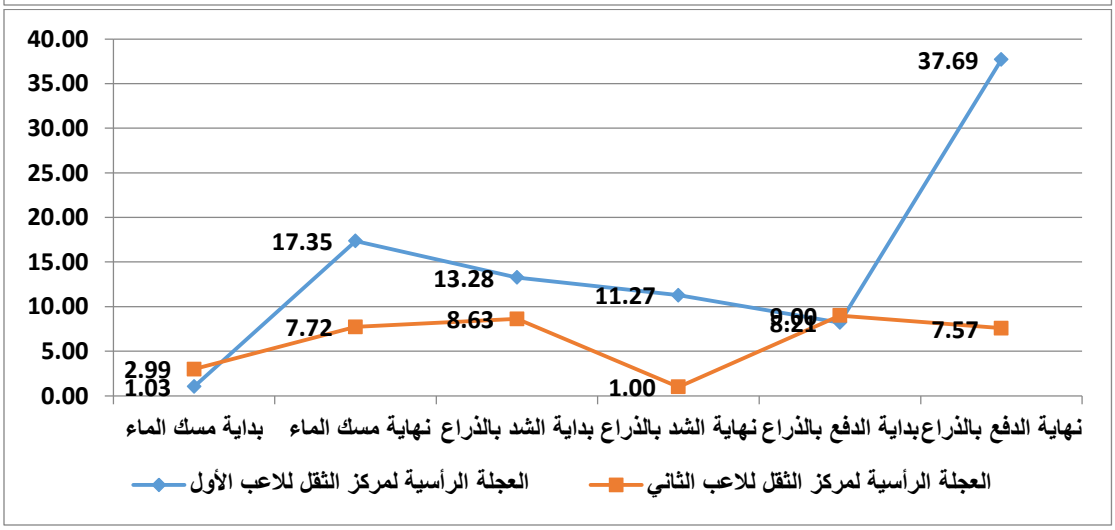




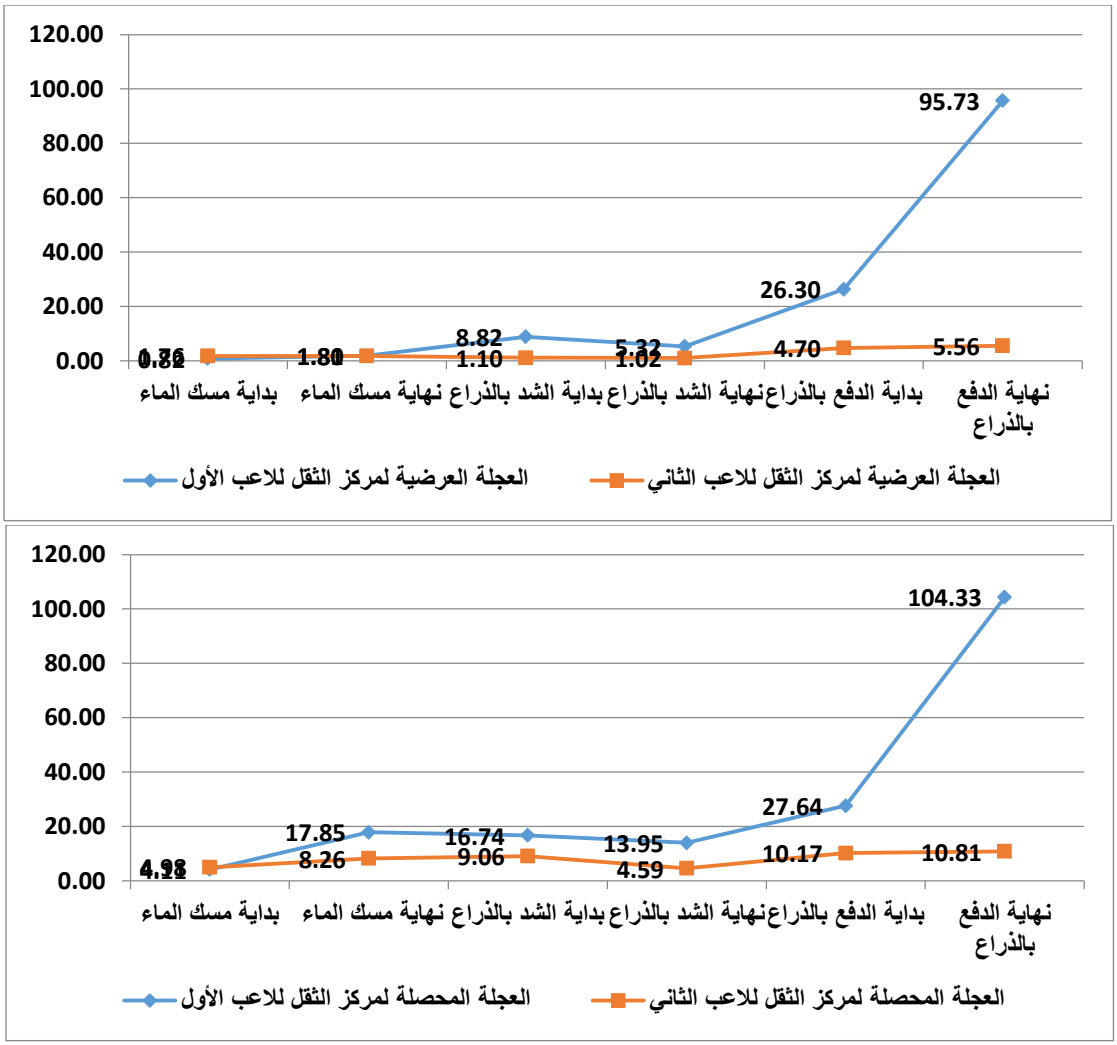
شكل بيانى (٤) يوضح العجلات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره


350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
45.46
175.56
172.20
167.86
194.58
305.08
17.12
35.72
23.75
39.15
43.89
82.05
بداية مسك الماء
نهاية مسك الماء بالذراع
بداية الشد بالذراع
نهاية الشد بالذراع
بداية الدفع بالذراع
نهاية الدفع بالذراع
العجلة المحصلة للذراع للاعب الأول
العجلة المحصلة للذراع للاعب الثاني


20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
3.90
3.78
5.11
6.26
2.26
17.32
3.97
2.31
2.54
4.36
0.40
5.36
بداية مسك الماء
نهاية مسك الماء بالذراع
بداية الشد بالذراع
نهاية الشد بالذراع
بداية الدفع بالذراع
نهاية الدفع بالذراع
العجلة الأفقية لمركز الثقل للاعب الأول
العجلة الأفقية لمركز الثقل للاعب الثاني


40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
17.35
13.28
11.27
8.99
37.69
2.99
7.72
8.63
1.00
8.21
7.57
1.03
بداية مسك الماء
نهاية مسك الماء بالذراع
بداية الشد بالذراع
نهاية الشد بالذراع
بداية الدفع بالذراع
نهاية الدفع بالذراع
العجلة الرأسية لمركز الثقل للاعب الأول
العجلة الرأسية لمركز الثقل للاعب الثاني

تابع شكل بيانى (٤) يوضح العجلات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



تابع شكل بيانى (٤) يوضح العجلات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

يتضح من الجدول رقم (٤) والشكل البيانى رقم (٤) والخاصة بنتائج العجلات (الأفقية – الرأسية – العرضية – المحصلة) للذراع ومركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة ما يلى :

بلغ مستوى العجلة الأفقية للذراع للاعب الأولى فى بداية مرحلة المسك ١.٤٢ وهى أقل بكثير من مستواها عند اللاعب الثانى بفارق ١٥.٥٢ بينما تفوق اللاعب الأول على اللاعب الثانى فى مستوى العجله الرأسية والعرضية للذراع والذى إنعكس بدوره على العجله المحصلة للذراع فى بداية مرحلة المسك حيث تفوق

اللاعب الاول على اللاعب الثانى وبفارق ٢٨.٣٨ والذى يعكس التأثير الكبير على العجلات الرأسية والعرضية للذراع فى هذه المرحلة على مستوى العجلة المحصلة ، وكانت النتائج مماثلة أيضاً فى مرحلة نهاية المسك والذى إنعكس بدوره على مستوى العجلة المحصلة للذراع فى هذه المرحلة حيث تفوق اللاعب الأول على اللاعب الثانى وبفارق كبير بلغ ١٣٩.٨٤ ، أما بالنسبة للعجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى بداية مرحلى المسك فتفوق اللاعب الثانى على اللاعب الأول بفارق ليس بالكبير ٠.٨٦ وهذا راجع إلى تفوق اللاعب الثانى فى مستوى العجلات الرأسية والعرضية وجاء الأمر مغايراً فى نهاية مرحلة المسك حيث تفوق اللاعب الثانى على اللاعب الاول فى مستوى العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم بفارق ٩.٥٩ وهو راجع إلى تفوق اللاعب الاول فى مستوى العجلات الثلاث الأفقية الرأسية العرضية لمركز ثقل الجسم

أما بالنسبة للشد بالذراعين ففى بداية مرحلة الشد بالذراعين بلغ مستوى العجلة المحصلة للذراع للاعب الاول ١٧٢.٢٠ متفوقاً على اللاعب الثانى الذى سجل ٢٣.٧٥ وبفارق كبير بلغ ١٤٨.٤٥ وهذا الأمر راجع إلى تفوق اللاعب الأول فى العجلات الثلاث الأفقية والرأسية والعرضية للذراع ، وفى نهاية مرحلة الشد تفوق اللاعب الاول على اللاعب الثنى فى مستوى العجلة المحصلة أيضاً حيث بلغ الفرق فى مستوى العجلة المحصلة بين اللاعبين ١٢٨.٧١ ، كما تفوق اللاعب الاول فى مستوى العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى بداية مرحلة الشد بالذراع بفارق ٧.٦٨ وكذلك فى مستوى العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى نهاية مرحلة الشد بالذراع حيث بلغ الفارق ٩.٣٦ لصالح اللاعب الأول

وفى بداية مرحلة الدفع بالذراع تفوق اللاعب الاول فى مستوى العجلات الثلاث الأفقية الرأسية العرضية للذراع وإنعكس ذلك على مستوى العجلة المحصلة للذراع حيث كان الفارق بين اللاعب الأول والثانى ١٥٠.٦٩ لصالح اللعب الأولى ، وفى نهاية مرحلة الدفع أيضاً تفوق اللاعب الاول على اللاعب الثانى فى مستوى العجلة المحصلة للذراع بفارق ٢٢٣.٠٣ ، وكانت النتائج مماثلة فى مستوى العجلات المحصلة لمركز ثقل الجسم فى بداية ونهاية الدفع بالذراع حيث كان الفارق على التوالى ١٧.٤٨ ، ٩٣.٥٢ لصالح اللعب الأول.

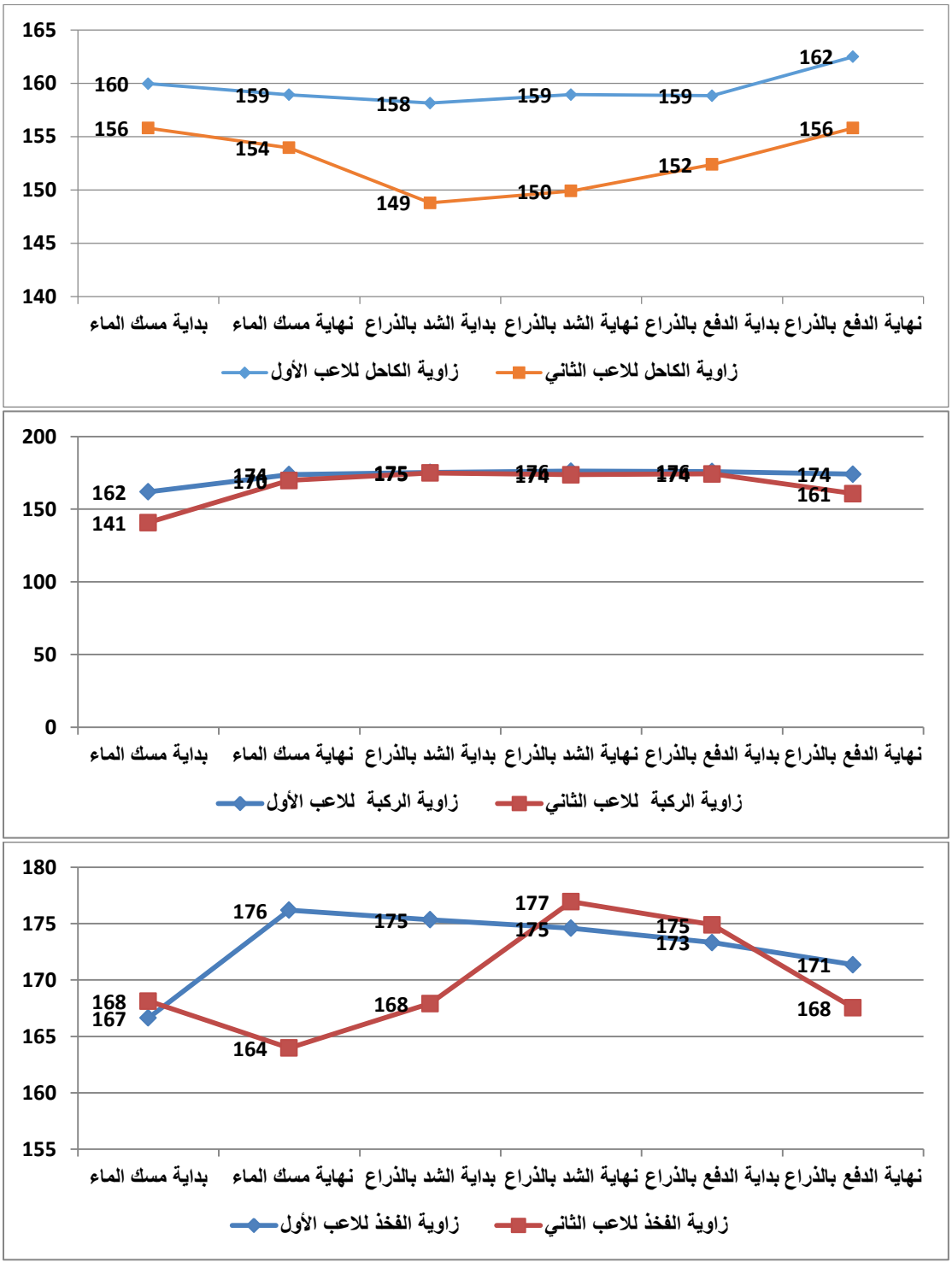
مما سبق يتضح تفوق اللعب الأول المستوى المتميز على اللاعب الثانى الأقل فى المستوى فى أغلب مستويات العجلات المحصلة سواء كان للذراع أو مركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء المختلفة وكان ذلك راجعاً بشكل كبير فى معظم لحظات الأداء إلى تفوق اللاعب الأول فى مستوى العجلات الرأسية والعرضية .

وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة (محمد حافظ ٢٠٢١) والتى تظهر وجود علاقة ارتباطية معنوية عكسية ذات دلالة احصائية بين العديد من المتغيرات البيوميكانيكية والمستوى الرقمي لسباحة ١٠٠ م حرة والتي تظهر فى نسبة الفرق فى العجلات الرأسية للركبة والتي قدرت ٢٥٢١٣.٥٦% بقيمة -١٠,٩٢٤ لصالح لاعب المستوى العالي ، وأيضاً وجود فروق ذات دلالة معنوية فى قيمة "ت" المحسوبة حيث تراوحت نسبة الفرق ما بين (٠.٥٤% : ١٢١٧٤.٤٢%) لصالح لاعب المستوى العالي حيث يظهر تأثير وأهمية بعض المتغيرات مثل العجلات الرأسية والافقية للمرفق – العجلات الرأسية والإزاحات الافقية لرسغ اليد. (١٤)

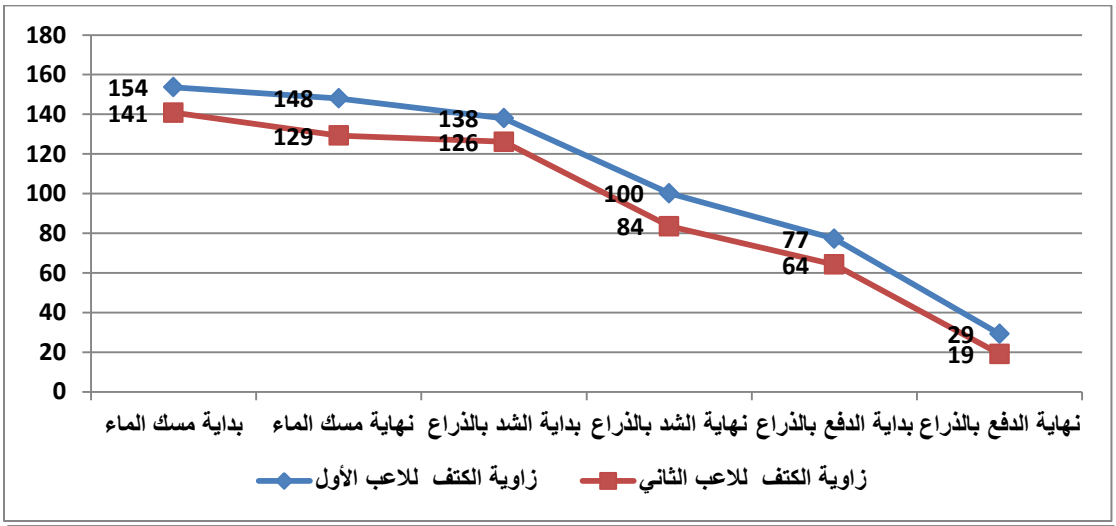
جدول (٥)

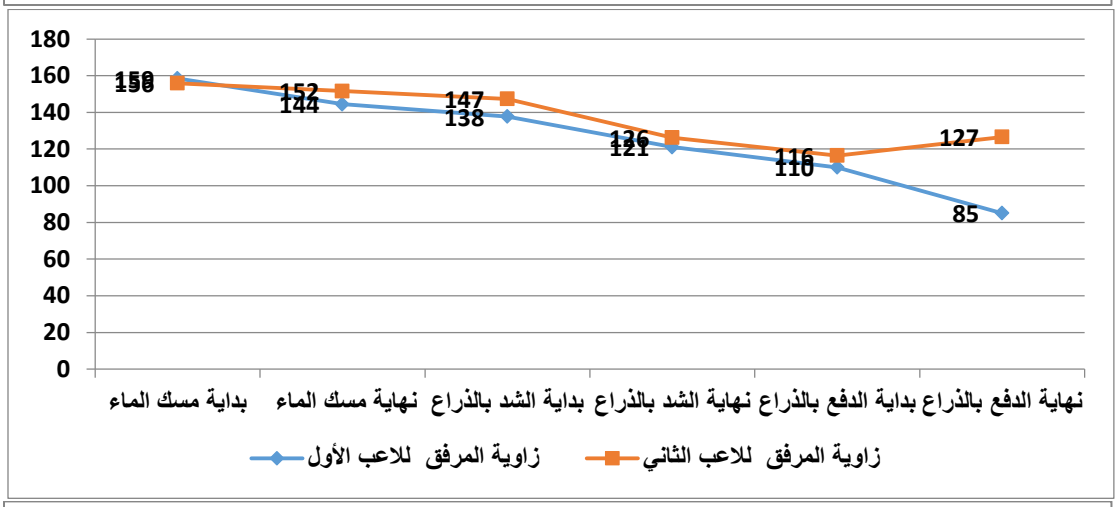
نتائج زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

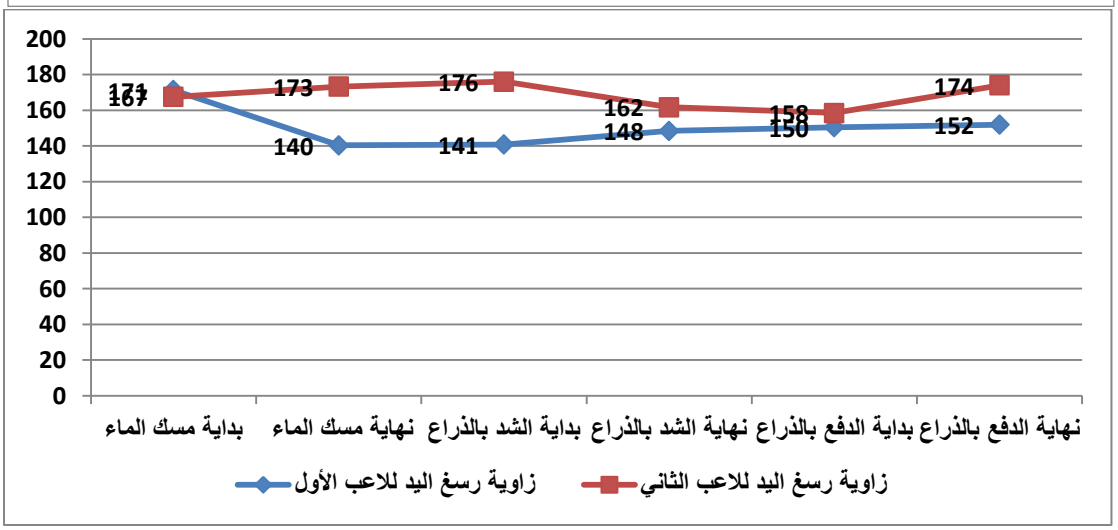
المؤشرات البيوميكانيكية		اللحظات	بداية مسك الماء			نهاية مسك الماء		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بينالسباحين
زوايا مفاصل الجسم (درجة)	الطرف السفلى	الكاحل	١٦٠	١٥٦	٤.١٥	١٥٩	١٥٤	٤.٩٧
		الركبة	١٦٢	١٤١	٢١.١٨	١٧٤	١٧٠	٤.٠٢
		الفخذ	١٦٧	١٦٨	-١.٤٩	١٧٦	١٦٤	١٢.٢١
	الطرف العلوى	الكتف	١٥٤	١٤١	١٢.٨٠	١٤٨	١٢٩	١٨.٧٠
		المرفق	١٥٩	١٥٦	٢.٦٠	١٤٤	١٥٢	-٧.٢٢
		رسغ اليد	١٧١	١٦٧	٣.٧٤	١٤٠	١٧٣	-٣٢.٩٢
السرعات الزاوية لمفاصل الجسم (درجة/ث)	الطرف السفلى	الكاحل	٥١	١٥٢	-١٠٠.٥٠	٢٦	٢٧٦	-٢٤٩.٢٥
		الركبة	٦٣	١٢٧	-٦٤.١٢	١١٢	٢٥٧	-١٤٤.٣٦
		الفخذ	٢٢٤	١٥	٢٠٩.٣٨	٣٤	٤٥	-١١.٣١
	الطرف العلوى	الكتف	٦٢	٩٧	-٣٥.٠٦	٤٢٣	١٠٧	٣١٥.٩٢
		المرفق	١٩٦	٥٤	١٤١.٥٣	٣٥٨	٨٤	٢٧٣.٧٩
		رسغ اليد	٦٠٦	٢٨٤	٣٢٢.٢٢	١١٧	٢١٧	-١٠٠.٠٦
زوايا مفاصل الجسم (درجة)	الطرف السفلى	الكاحل	١٥٨	١٤٩	٩.٣٥	١٥٩	١٥٠	٩.٠٣
		الركبة	١٧٥	١٧٥	٠.٤١	١٧٦	١٧٤	٢.٤٤
		الفخذ	١٧٥	١٦٨	٧.٤٢	١٧٥	١٧٧	-٢.٣٤
	الطرف العلوى	الكتف	١٣٨	١٢٦	١١.٩١	١٠٠	٨٤	١٦.٦١
		المرفق	١٣٨	١٤٧	-٩.٦٥	١٢١	١٢٦	-٥.١٢
		رسغ اليد	١٤١	١٧٦	-٣٥.١٨	١٤٨	١٦٢	-١٣.٣٢
السرعات الزاوية لمفاصل الجسم (درجة/ث)	الطرف السفلى	الكاحل	٢٤	٤٦	-٢٢.١٦	٢٧	٢١	٦.٠٣
		الركبة	٦٢	٢٣	٣٩.٣٤	١	٣٣	-٣٢.٦٠
		الفخذ	٢٥	١٥٧	-١٣٢.٣٧	٦١	٥٦	٤.٩٦
	الطرف العلوى	الكتف	٨٠٦	١١٤	٦٩١.٩٤	١٣١٤	٥٤٩	٧٦٤.٨٥
		المرفق	٤٢٩	١٥٨	٢٧١.٦٠	٦٠١	٢٣٣	٣٦٧.٩١
		رسغ اليد	١٢٥	١٨	١٠٦.٠٩	١٨١	٧٧	١٠٤.٠٩
زوايا مفاصل الجسم (درجة)	الطرف السفلى	الكاحل	١٥٩	١٥٢	٦.٤٤	١٦٢	١٥٦	٦.٦٨
		الركبة	١٧٦	١٧٤	١.٦٢	١٧٤	١٦١	١٣.٣٩
		الفخذ	١٧٣	١٧٥	-١.٥٧	١٧١	١٦٨	٣.٨١
	الطرف العلوى	الكتف	٧٧	٦٤	١٣.٠٦	٢٩	١٩	١٠.٠٧
		المرفق	١١٠	١١٦	-٦.٤٤	٨٥	١٢٧	-٤١.٤٩
		رسغ اليد	١٥٠	١٥٨	-٧.٩٧	١٥٢	١٧٤	-٢٢.٠٢
السرعات الزاوية لمفاصل الجسم (درجة/ث)	الطرف السفلى	الكاحل	٢٢	٨٧	-٦٤.٦٣	٨٨	١	٨٦.٩٣
		الركبة	٨	٢٥	-١٦.٧٨	٩٢	٣٤٢	-٢٤٩.٩٤
		الفخذ	٩٥	٥٦	٣٩.٨٥	٨٦	١٧	٦٩.٦١
	الطرف العلوى	الكتف	١٣٢١	٥٣٧	٧٨٣.٥٨	٥٢٨	٦٦	٤٦٢.٣٢
		المرفق	٧٢٢	٢٩٩	٤٢٣.٣١	٤٢	٥٧٤	-٥٣٢.٣٢
		رسغ اليد	١٣	١٢	١.٥٥	٢٧٦	١٧١	١٠٥.٢٨



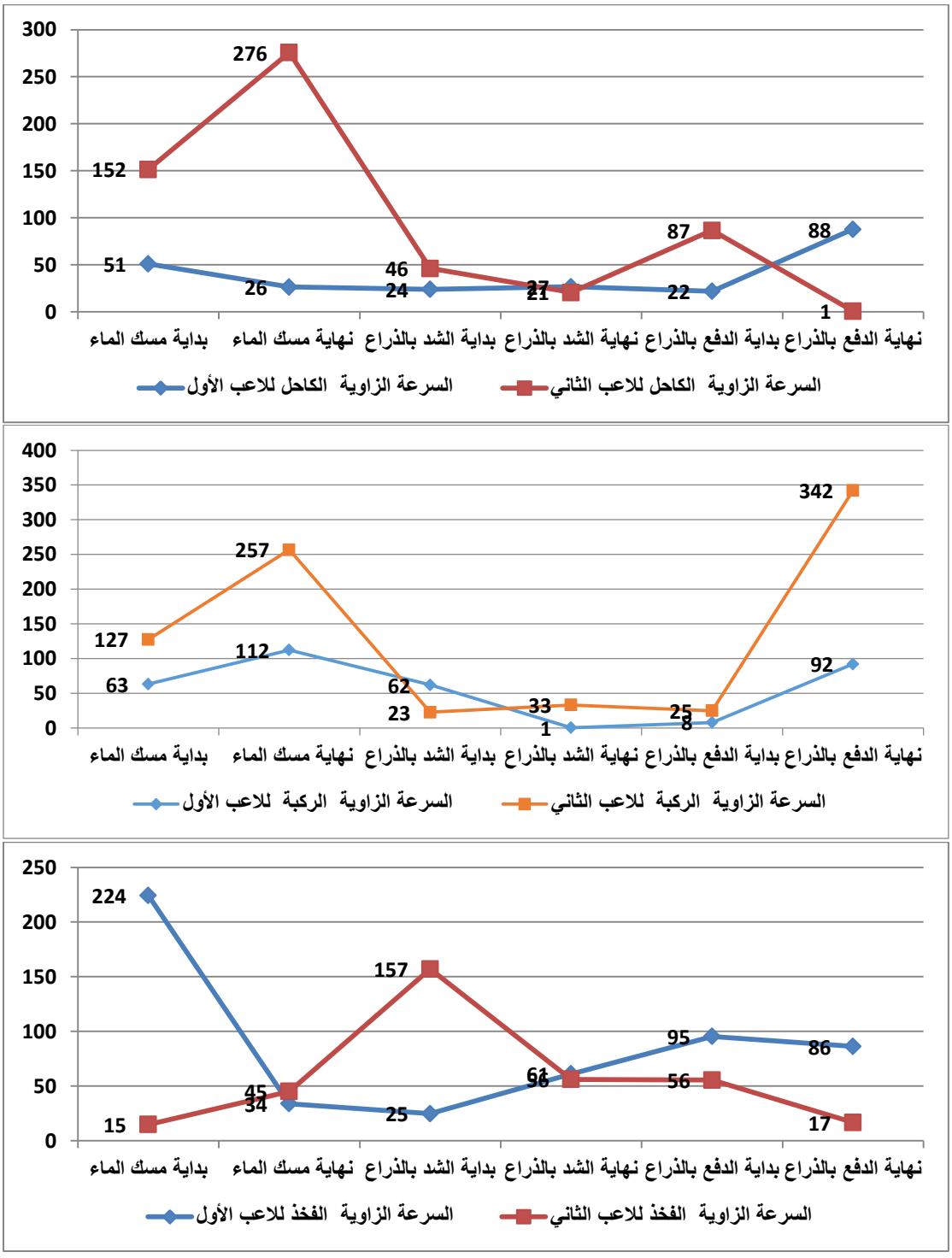
شكل بيانى (٥) يوضح زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



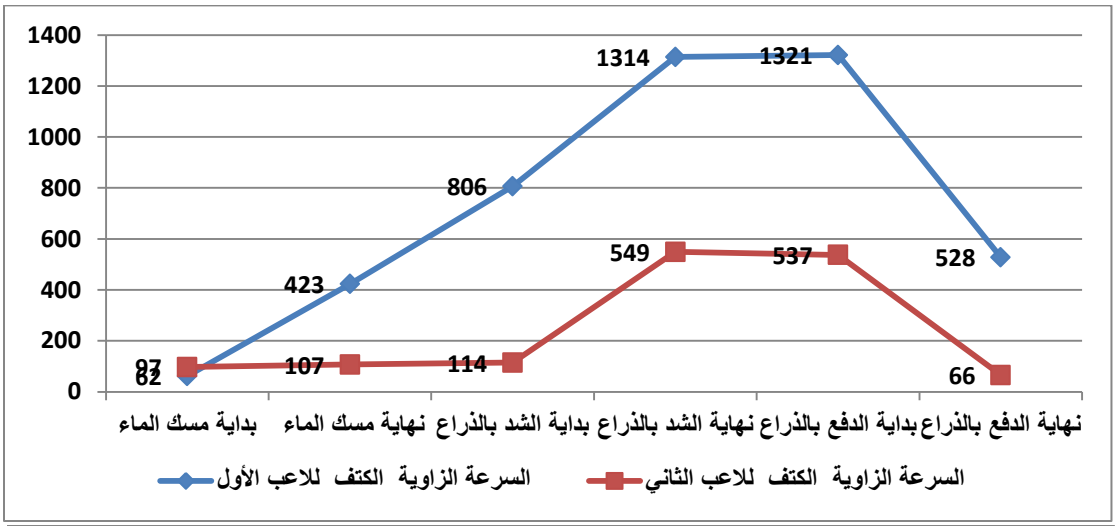


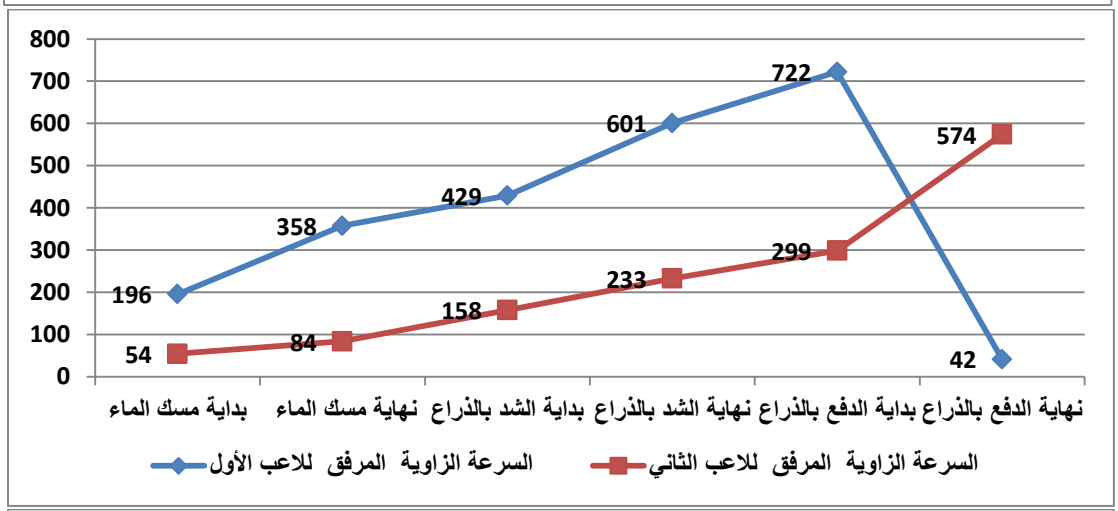


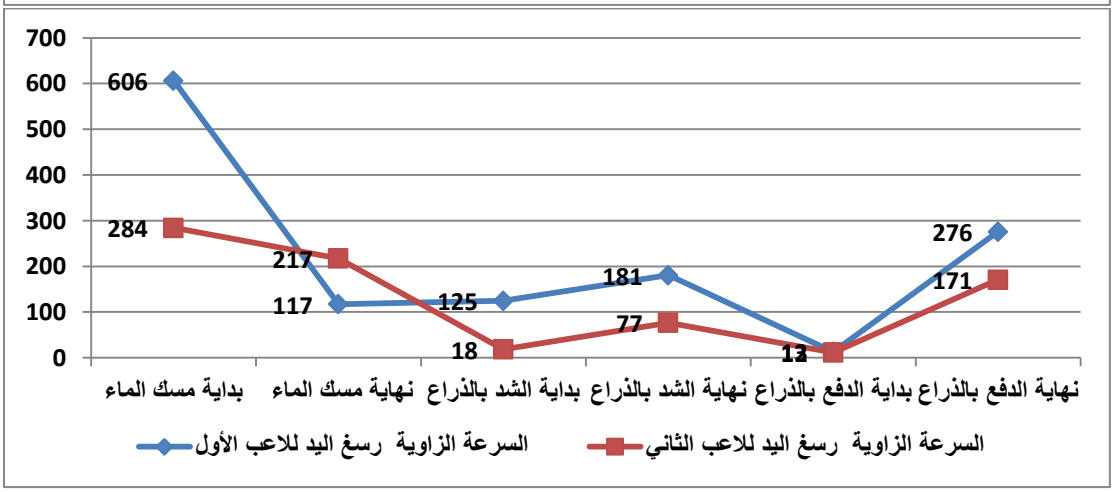
تابع شكل بيانى (٥) يوضح زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



تابع شكل بيانى (٥) يوضح زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره







تابع شكل بيانى (٥) يوضح زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

يتضح من الجدول رقم (٥) والشكل البيانى رقم (٥) والخاصة بنتائج زوايا مفاصل الجسم والسرعات الزاوية لمفاصل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره كما يلى :

باالنسبة لزوايا الطرف السفلى فى بداية مرحلة المسك بالذراع كانت زوايا مفصل الكاحل والركبه أكبر عند اللاعب الثانى بينما كان زاوية مفصل الفخذ أقل بقليل من اللعب الثانى بفارق ١.٤٩ ، وفى نهاية مرحلة الشد كان زوايا المفاصل الثلاث أكبر عند اللاعب الأول ، وفى بداية مرحلة الشد كان زوايا مفصل الكاحل والفخذ أكبر عن اللاعب الأول بنما كانت زاوية مفصل الركبة متماثلة عند اللاعبين وفى نهاية مرحلة الشد كانت زاوية مفص الكاحل والركبة أكبر عند اللاعب الأول بينما زاوية مفصل الفخذ كانت أقل عند اللاعب الأول من الثانى وفى بداية مرحلة الدفع بالذراع أيضاً كانت زوايا مفاصل الكاحل والركبه أكبر عند اللاعب الأول أما بالنسبة لزواية الفخذ كانت أقل من اللاعب الثانى وكانت الزوايا الثلاث أكبر عند الالعب الأول فى نهاية مرحلة الدفع

وهذه النتائج تدل على أن كلما زادت زوايا مفصلى الكاحل والركبه فى معظم لحظات ومراحل الأداء إرتبطت أكثر بمستوى الأداء الجيد وهو ما جاء معاكساً بالنسبة لزاوية مفصل الفخذ حيث أن الحفاظ على هذه الزاويه دون المبلاغه فى زاوية هذا المفصل خلال مراحل الأداء إرتبط أياضاً بمستوى الاداء الجيد للاعب المميز

أما بانسبة لزوايا الطرف العلوى ففى بداية مرحلة المسك كانت زوايا الكتف والمرفق والرسغ أكبر عند اللاعب الأول فى نهاية مرحلة المسك كانت زاوية الكتف أعلى عند اللاعب الأول بينما زاوية المرفق الرسغ كانت أقل من اللاعب الثانى ، وفى بداية ونهاية مرحلة الشد وكذلك بداية ونهاية مرحلة الدفع بالذراع كانت زاوية الكتف أعلى عند اللاعب الأول وزوايا مفصل المرفق ورسغ اليد كانت أقل من اللاعب الثانى .

ويشير (حلمي ع.، ٢٠٠٢م) الى ان فى سباحة الزحف على البطن اثناء مرحلة الدفع يستمر مرفق الذراع فى الانثناء حتى يصل الى اقصى درجه (٩٠ درجة). (١٠ : ٧٩)

كما يؤكد ذلك (Mcleod, ٢٠١٠) حيث يذكر ان شكل الذراع فى سباحة الحرة لحظة دخول الاصبع الماء ينحني ذراعك خلال عملية المسك ويستمر فى الانحناء من مفصل الكوع حتى يصل الى زاوية ٩٠ درجة وهى مرحلة الانتهاء من الشد فى الذراع. (١٧ :٤٧)

ويشير ذلك (Hannula & Thorton, ٢٠٠١) ان لحظة بداية دخول الماء تدخل اليد الماء بين الرأس والكتف ويجب ان تكون اليد مسطحة وليست متوترة وان تكون الاصابع ملتصقة مع الابهام وان يكون الكتف فوق سطح الماء اعلى من الكوع والكوع اعلى من اليد او المعصم ويسحب الماء لأسفل وللخارج قليلاً ولا يبعد عن عرض الكتف فاذا خرج بعيداً عن عرض الكتف تفقد السحبة قوتها ، كما يؤكد ان لحظة بداية الشد

بالذراع يجب ان يكون كلا من اليد والساعد فى مقدمة الجسم والحفاظ على الكوع عالي واليد عميقة داخل الماء بحيث تكون اليد والساعد زاوية ١٣٥ درجة كما ان بلحظة وصول العضد للوضع العمودي يكون مفصل الكوع فى هذا الوضع منحني بزاوية ٩٠ درجة مثل الكوع فى العدو حتى تتم عملية الارتكاز التي سوف تساهم فى عملية الرفع بينما فى لحظة نهاية الشد بالذراع ينتقل الذراع من خط الوسط الى اسفل كثيراً ليصل الى منطقة الفخذ.(١٥)

ويتضح من هذه النتائج أن زاوية الكتف فى معظم لحظات ومراحل الأداء كانت أكبر عند اللاعب الاول بينما زوايا مفصلى المرفق ورسغ اليد كانت أقل عند اللاعب الأول من الثانى خلال معظم لحظات ومراحل الأداء ، مما يدل أنه كلما زاد زاوية الكتف وهو أمر يرجع إلى زيادة المدى الحركى لمفصل الكتف مرتبط بمستوى الأداء المميز وكذلك فإن المحافظة على زاوية الرسغ والمرفق بمستويات أقل يساعد فى زيادة القوى المحركة ومستوى الأداء

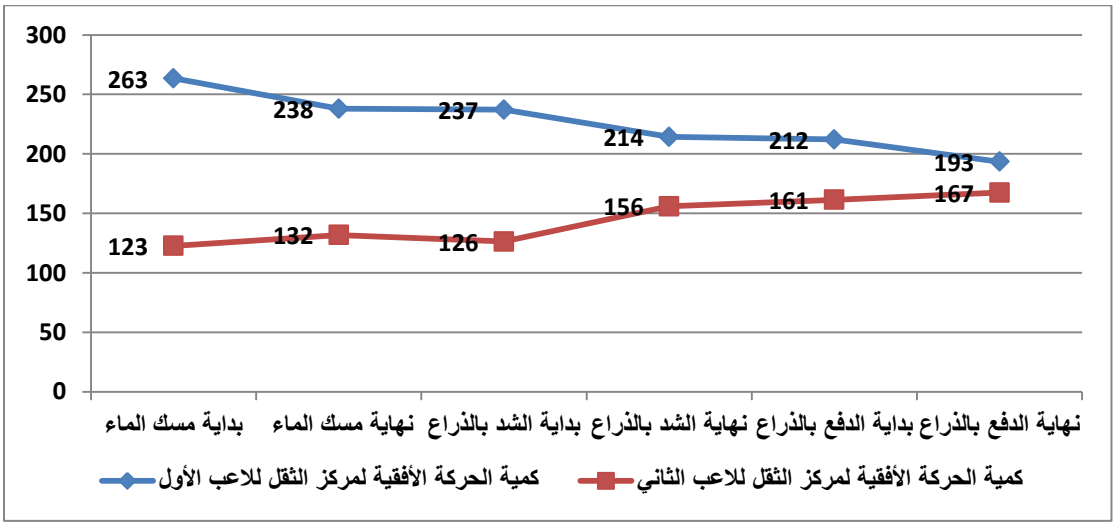
جدول (٦)

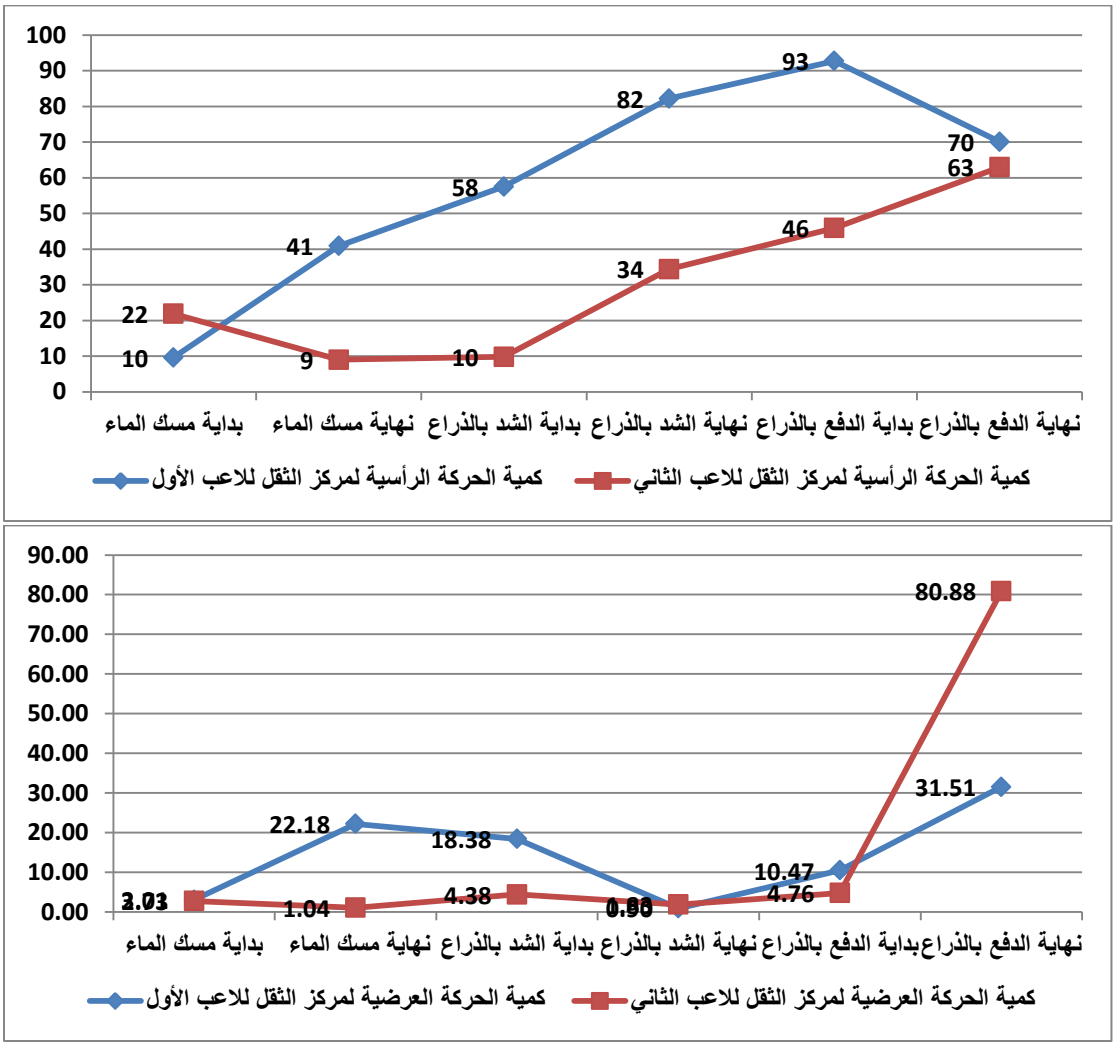
نتائج كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R)

لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

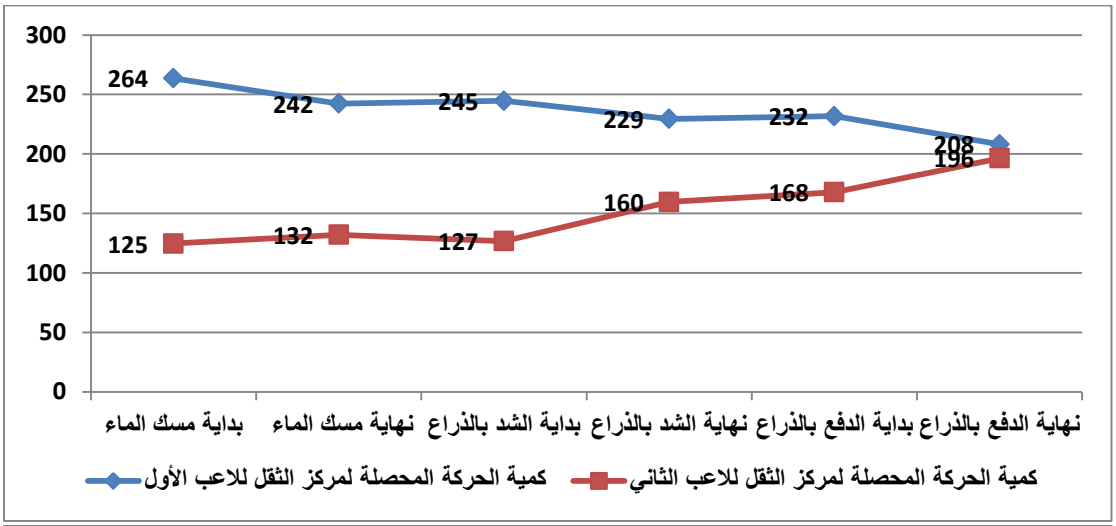
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية مسك الماء			نهاية مسك الماء		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
كمية الحركة (كجم.متر/ثانية)	لمركز الثقل	الأفقية	٢٦٣	١٢٣	١٤٠.٨٠	٢٣٨	١٣٢	١٠٦.٠٥
		الرأسية	١٠	٢٢	-١٢.٢٦	٤١	٩	٣١.٩٢
		العرضية	٣.٠١	٢.٧٣	٠.٢٨	٢٢.١٨	١.٠٤	٢١.١٥
		المحصلة	٢٦٤	١٢٥	١٣٩.٠٣	٢٤٢	١٣٢	١١٠.٢٥
طاقة الوضع (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٤٠٥	١٢٠١	-٧٩٥.٧١	٥٦٩	١٣٣٠	-٧٦١.٤٠
		الرأسية	٥٣٩	٥١٥	٢٣.٧٠	٥٤٩	٤٩٢	٥٦.٣٨
		العرضية	٣٦٩	٣٢٣	٤٦.٢٧	٣٥٥	٣٢٢	٣٣.٢٦
		المحصلة	٧٦٨	١٣٤٦	-٥٧٧.٤١	٨٦٦	١٤٥٤	-٥٨٨.٠٦
طاقة الحركة (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٥٣٤	١٠٩	٤٢٤.٨٧	٤٣٥	١٢٦	٣٠٩.٣٣
		الرأسية	٠.٧١	٣.٤٧	-٢.٧٦	١٢.٨٧	٠.٥٩	١٢.٢٩
		العرضية	٠.٠٧	٠.٠٥	٠.٠٢	٣.٧٩	٠.٠١	٣.٧٨
		المحصلة	٥٣٥	١١٣	٤٢٢.١٢	٤٥٢	١٢٧	٣٢٥.٤٠
كمية الحركة (كجم.متر/ثانية)	لمركز الثقل	الأفقية	٢٣٧	١٢٦	١١٠.٩١	٢١٤	١٥٦	٥٨.٣٢
		الرأسية	٥٨	١٠	٤٧.٦٨	٨٢	٣٤	٤٧.٧٧
		العرضية	١٨.٣٨	٤.٣٨	١٤.٠٠	٠.٩٠	١.٨٣	-٠.٩٣
		المحصلة	٢٤٥	١٢٧	١١٨.٠٢	٢٢٩	١٦٠	٦٩.٧٨
طاقة الوضع (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٦٠٨	١٣٧٢	-٧٦٤.٤١	٦٨٢	١٥٤٨	-٨٦٥.٥٩
		الرأسية	٥٥٧	٤٩٢	٦٤.٦٥	٥٨٠	٥٣٣	٤٦.٣٥
		العرضية	٣٥١	٣٢٣	٢٨.٤٥	٣٤٩	٣٢٥	٢٤.١٧
		المحصلة	٨٩٦	١٤٩٣	-٥٩٧.١٧	٩٦١	١٦٦٩	-٧٠٨.٠٣
طاقة الحركة (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٤٣٣	١١٥	٣١٧.١٤	٣٥٣	١٧٦	١٧٦.٨٨
		الرأسية	٢٥.٤٤	٠.٧٠	٢٤.٧٤	٥١.٩٤	٨.٥٨	٤٣.٣٦
		العرضية	٢.٦٠	٠.١٤	٢.٤٦	٠.٠١	٠.٠٢	-٠.٠٢
		المحصلة	٤٦١	١١٦	٣٤٤.٣٤	٤٠٥	١٨٥	٢٢٠.٢٣

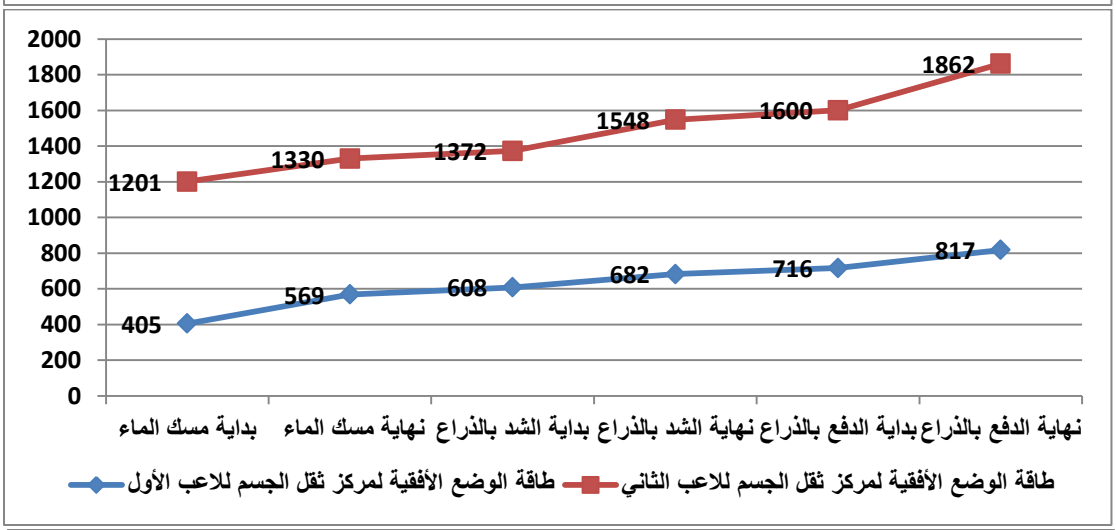
المؤشرات البيوميكانيكية / اللحظات			بداية الدفع بالذراع			نهاية الدفع بالذراع		
			السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين	السباح الأول	السباح الثاني	الفرق بين السباحين
كمية الحركة (كجم.متر/ثانية)	لمركز الثقل	الأفقية	٢١٢	١٦١	٥٠.٦٨	١٩٣	١٦٧	٢٥.٨٧
		الرأسية	٩٣	٤٦	٤٦.٨٢	٧٠	٦٣	٧.١٣
		العرضية	١٠.٤٧	٤.٧٦	٥.٧١	٣١.٥١	٨٠.٨٨	-٤٩.٣٧
		المحصلة	٢٣٢	١٦٨	٦٣.٨٣	٢٠٨	١٩٦	١١.٧١
طاقة الوضع (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٧١٦	١٦٠٠	-٨٨٣.٧٦	٨١٧	١٨٦٢	-١٠٤٤.٤٧
		الرأسية	٥٩٤	٥٤٥	٤٩.١٦	٦٣٧	٦٦٢	-٢٤.٧٨
		العرضية	٣٤٩	٣٢٥	٢٣.٧٧	٣٦٤	٣٩٤	-٣٠.٠٤
		المحصلة	٩٩٤	١٧٢١	-٧٢٧.٤٦	١٠٩٩	٢٠١٥	-٩١٦.٤٤
طاقة الحركة (جول)	لمركز ثقل الجسم	الأفقية	٣٤٦	١٨٩	١٥٧.١٩	٢٨٦	٢٠٣	٨٣.٥٦
		الرأسية	٦٦.١٦	١٥.٢٨	٥٠.٨٨	٣٥.٢٧	٢٧.٧١	٧.٥٧
		العرضية	٠.٨٤	٠.١٦	٠.٦٨	٧.٤٠	٤٤.٢٣	-٣٦.٨٣
		المحصلة	٤١٣	٢٠٤	٢٠٨.٧٥	٣٣٣	٢٧٩	٥٣.٦١

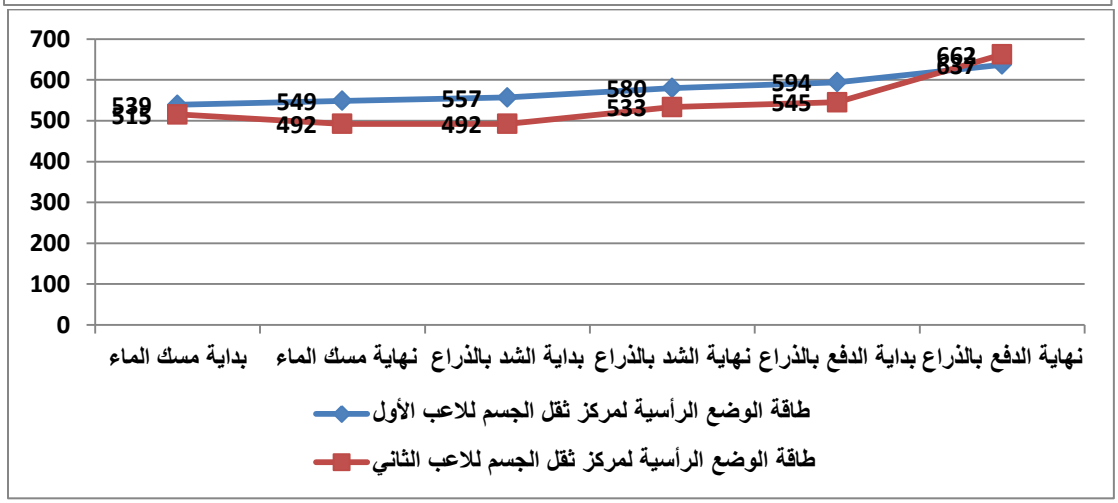




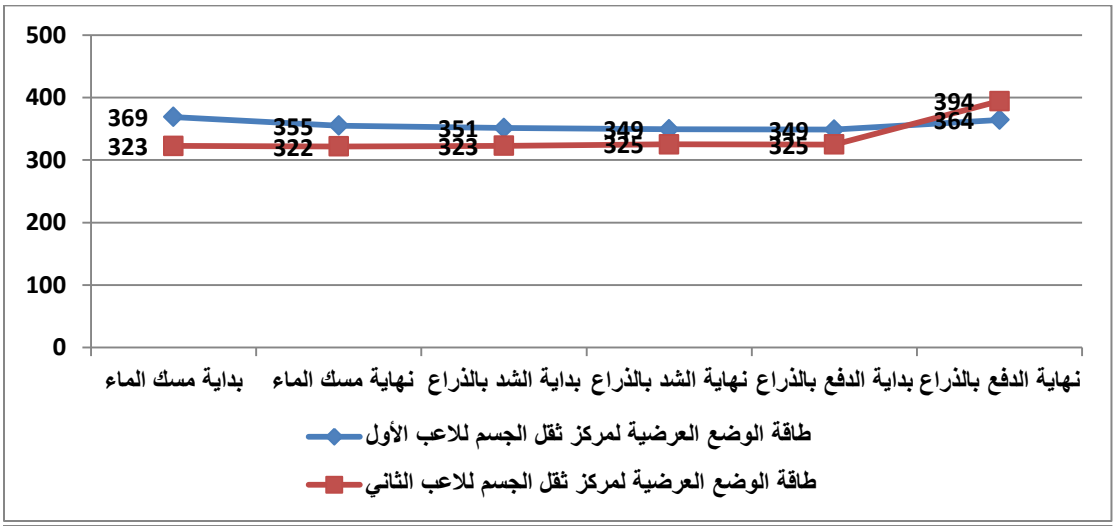
شكل (٦) يوضح كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R) لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

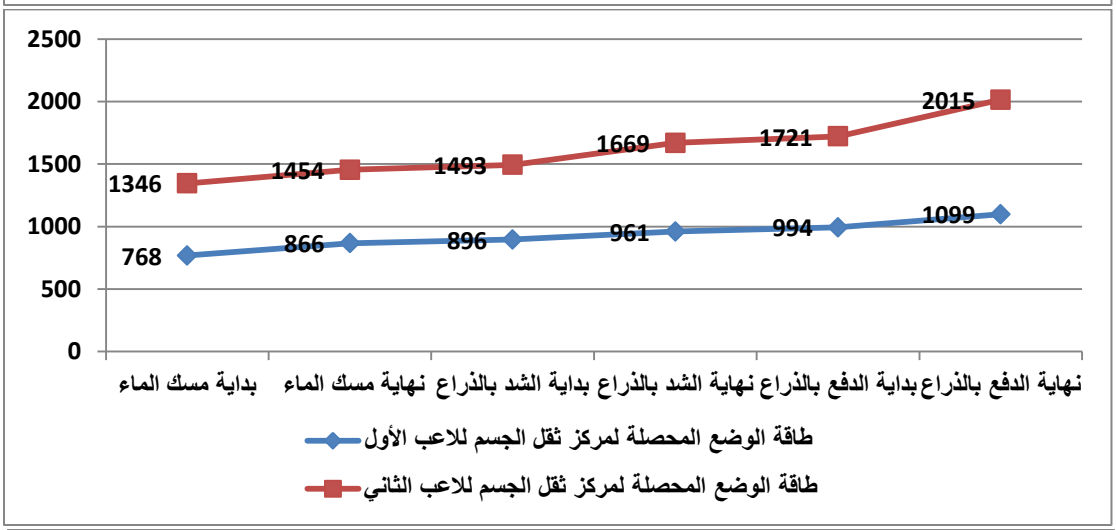


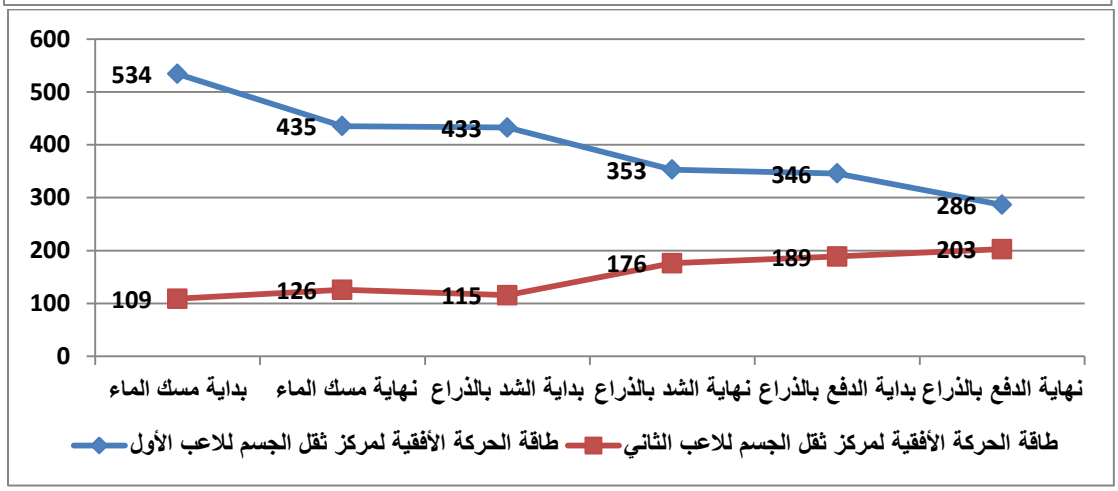




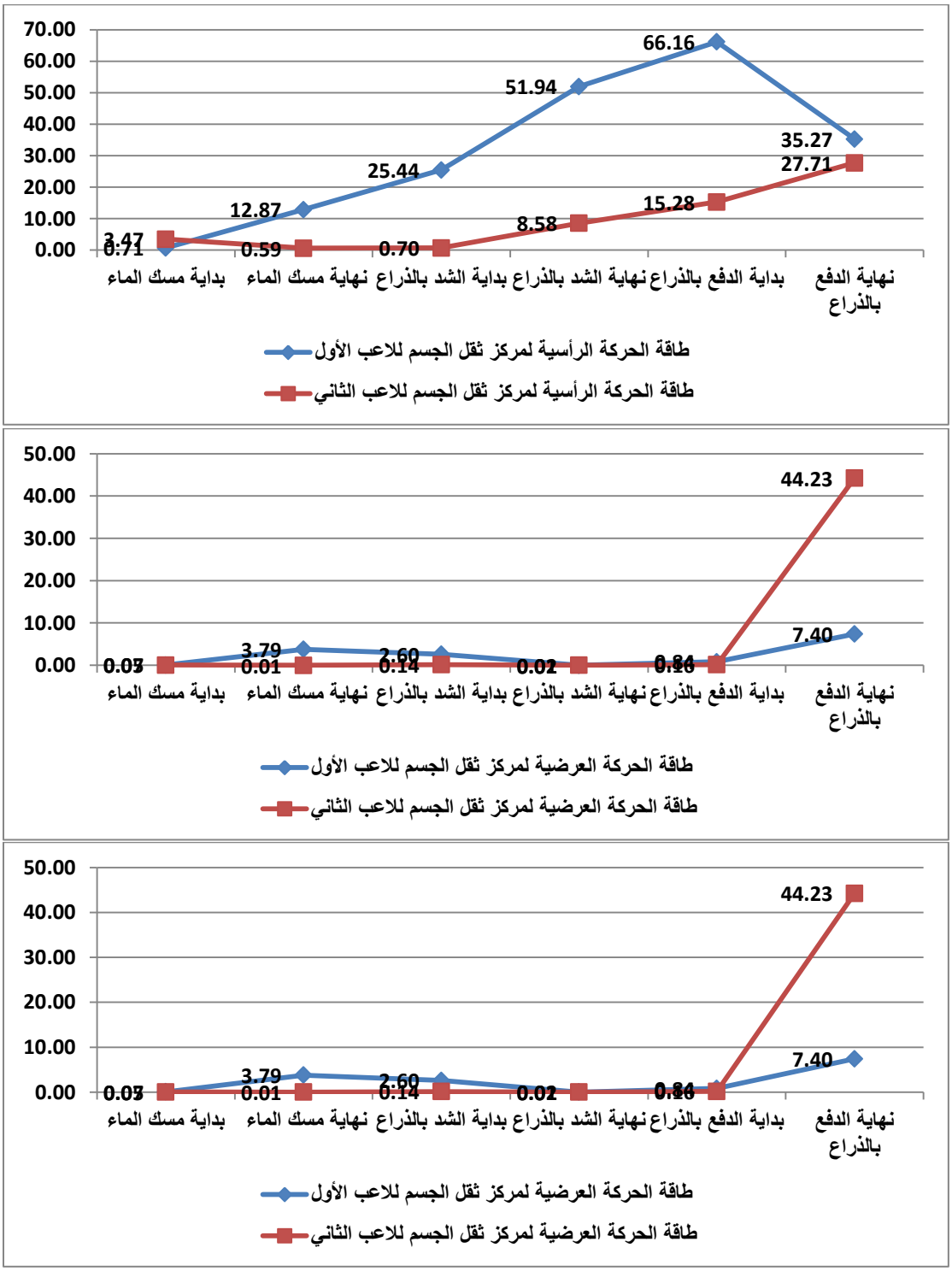
تابع شكل بيانى (٦) يوضح كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R) لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره







تابع شكل بيانى (٦) يوضح كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R) لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره



تابع شكل بيانى (٦) يوضح كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R) لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره

يتضح من الجدول رقم (٦) والشكل البيانى رقم (٦) والخاصة بنتائج كمية الحركة ، طاقة الوضع ، طاقة الحركة (الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R) لمركز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره ما يلى :-

تفوق اللاعب الأول على اللاعب الثانى فى كمية الحركة المحصلة وكذلك طاقة الحركة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى جميع لحظات ومراحل الأداء ، بينما كانت طاقة الوضع المحصلة لمركز ثقل الجسم أعلى عند اللاعب الثانى خلال جميع لحظات ومراحة الأداء .

وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة محمد حافظ ٢٠٢١ والتى تشير إلى وجود علاقة ارتباطية معنوية طردية ذات دلالة احصائية بين العديد من المتغيرات البيوميكانيكية والمستوى الرقمي لسباحة ١٠٠ م حرة والتي تظهر فى نسبة الفرق فى كمية الحركة الرأسية للفخذ والتي قدرت بنسبة ٧٨٢٩.٥٣ % بقيمة ١١,٢٦٧ لصالح لاعب المستوى العالي .

كما تتفق معظم نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة محمد حافظ ٢٠٢١ والتى تشير إالى وجودج فروق بين لاعب المستوى العالي وسباحي المنتخب الوطني فى المتغيرات البيوميكانيكية (لحظة نهاية الشد بالذراع) فى سباق ١٠٠م سباحة حرة وجود فروق ذات دلالة معنوية فى قيمة "ت" المحسوبة وتراوحت نسبة الفرق ما بين (٠.١٢% : ٨٧١٩٧.٦%) لصالح لاعب المستوى العالي حيث يظهر تأثير وأهمية بعض المتغيرات مثل العجلات الرأسية والازاحات الافقية وسرعات الزاوية بالطرف العلوى لرسغ اليد . (١٤)

الإستنتاجات :

- تفوق السباح الأول (المستوى المميز) على السباح الثانى فى مستوى الإزاحة المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم لمراحل (مسك الماء – الشد بالذراعين) ، بينما تفوق السباح الثانى على السباح الأول فى مستوى الإزاحة المحصلة للذراع ولمركز ثقل الجسم فى مرحلة (الدفع بالذراعين) ، ويتضح من ذلك أن المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره أكثر إرتباطاً بالإزاحة المحصلة سواء للذراع او للمركز ثقل الجسم خلال المراحل الاولى للاداء (مسك الماء – الشد بالذراعين) بينما يكون مستوى هذه الإزاحات خلال مرحلة (الدفع بالذراعين) أقل تأثيراً على المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره .
- زيادة مستوى الإزاحة المحصلة لكلا السباحين كان مرتبط دائماً إرتباطاً طردياً بمستوى الإزاحة الأفقية خلال مراحل ولحظات الاداء المختلفة أى أنه كلما زادت الإزاحة الأفقية سواء كان ذلك للذراع أو لمركز ثقل الجسم كلما زادة الإزاحة المحصلة لكليهما .
- وجود علاقة عكسية فى معظم لحظات الأداء بين كلا من (الإزاحة الرأسية والإزاحة العرضية) وبين (الإزاحة الأفقية سواء كانت للذراع او لمركز ثقل الجسم أى أنه كلما قل مستوى الإزاحة الرأسية والعرضية زاد مستوى الإزاحة الأفقية وهو الأمر الذى يساعد فى تحريك الجسم للأمام فى عكس إتجاه الحركة وهو الامر الذى يساعد فى تحقيق الهدف المنشود وهو قطع مسافة السباق فى أقل زمن ممكن .
- تفوق السباح الأول (المستوى المميز) على السباح الثانى (المستوى الأقل تميزاً) فى مستوى السرعات المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم فى جميع مراحل الأداء وهو الأمر الذى

يتضح بشكل كبير من خلال نتائج السرعات المحصلة لمراحل الاداء المختلفة حيث كانت جميعها لصالح السباح الاول .

- زيادة مستوى السرعة المحصلة لكلا السباحين كان مرتبط دائماً إرتباطاً طردياً بمستوى السرعة الأفقية خلال مراحل ولحظات الاداء المختلفة فيما عدا السرعة الأفقية للذراع التى جاءت نتائجه مغايرة للسرعة المحصلة لنفس الذراع وذلك فى مرحة نهاية الدفع بالذراعين)
- وجود علاقة طردية خلال معظم لحظات الأداء بين كلا من (السرعة الرأسية والسرعة العرضية) وبين (السرعة الأفقية) سواء كانت للذراع او لمركز ثقل الجسم وهى عكس ما كانت علية فى مستويات الإزاحة حيث كانت العلاقة فى معظمها علاقة عكسية .
- إرتبطت زوايا مفصلى الكاحل والركبه فى معظم لحظات ومراحل الأداء بمستوى الأداء الجيد (المستوى المميز) وهو ما جاء معاكساً بالنسبة لزاوية مفصل الفخذ حيث أن الحفاظ على هذه الزاويه دون المبلاغه فى زاوية هذا المفصل خلال مراحل الأداء إرتبط أياضاً بمستوى الاداء الجيد للاعب المميز
- زاوية الكتف فى معظم لحظات ومراحل الأداء كانت أكبر عند السباح الاول (المستوى المميز) بينما زوايا مفصلى المرفق ورسغ اليد كانت أقل عند السباح الأول من الثانى خلال معظم لحظات ومراحل الأداء ، مما يدل أنه كلما زاد زاوية الكتف وهو أمر يرجع إلى زيادة المدى الحركى لمفصل الكتف مرتبط بمستوى الأداء المميز وكذلك فإن المحافظة على زاوية الرسغ والمرفق بمستويات أقل يساعد فى زيادة القوى المحركة ومستوى الأداء

- تفوق السباح الأول على السباح الثانى فى كمية الحركة المحصلة وكذلك طاقة الحركة المحصلة لمركز ثقل الجسم فى جميع لحظات ومراحل الأداء ، بينما كانت طاقة الوضع المحصلة لمركز ثقل الجسم أعلى عند السباح الثانى خلال جميع لحظات ومراحة الأداء .

التوصيات : .

- ضرورة إلمام المدربين بالمتغيرات البيوميكانيكية الخاصة بكل لحظة من لحظات الاداء الفني لسباقات وطرق السباحة المختلفة .
- ضرورة استخدام التصوير داخل الماء اثناء عمل القياسات والبطولات وكذلك عكليات التحليل الحركى حتى يتمكن السباح والمدرب من معرفة وتحديد الاخطاء اثناء السباحة بسرعة السباقات المختلفة ومحاولة تجنبها وتصحيحها والعمل عليها اثناء الوحدات التدريبية وداخل البرنامج التدريبي
- الإهتمام بالتدريبات التى تساعد على زيادة مستوى الإزاحات الأفقية خلال لحظات ومراحل الأداء المختلفة حيث إتضح خلال التحليل البيوميكانيكي أن مستوى الإزاحة الأفقية إرتبط دائماً بمستوى الإزاحة المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم وخاصة لمراحل (مسك الماء – الشد بالذراعين) وأثر ذلك بشكل كبير على المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره .
- الإهتمام بالتدريبات التى تساعد على زيادة مستوى السرعات الأفقية خلال لحظات ومراحل الأداء المختلفة حيث إتضح خلال التحليل البيوميكانيكي أن مستوى السرعات الأفقية إرتبط دائماً بمستوى السرعة المحصلة وخاصةً لمركز ثقل الجسم خلال معظم لحظات ومراحل الأداء وأثر ذلك بشكل كبير على المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره .

- الإهتمام بالتدريبات التى تساعد فى زيادة المدى الحركى لمفاصل الجسم المختلف مما يمكن السباح من أداء جميع مراحل الأداء فى الزوايا التى تحقق أقصى إستفاده من القوى المحركه المبذوله وتقليل المقاومات التى توجه السباح إلى مستوياداها الدنيا مما يساعد على الإقتصاد فى الجهد وتحسين المستوى الرقمى لسباحة ١٠٠م حره
- ضرورة إجراء المزيد من البحوث والدراسات العلمية التى تقوم على التحليل البيوميكانيكى لطرق وسباقات السباحة المختلفة

المراجع

أولا: المراجع العربية

١. ابـو العـلا عبـد الفتـاح، حازم حسين سالم : الاتجاهات المعاصرة فى تدريب السباحة. القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠١١.

٢. أحمد عدلان محمود : المعالجـة النظريـة لبيوميكانيكيـة سـباحة الزحـف علـى الـبطن ، رسـالة ماجسـتير، كليـة التربيـة الرياضـية للبنـين، جامعـة حلـوان ، ٢٠٠٠م.

٣. أسامة كامل راتب ، على محمد ذكى : الأسـس العلميـة للسـباحة ، دار الفكـر العربـى ، الطبعـة الثانيـة ، ١٩٩٨م

٤. ايهاب محمد اسماعيل : تأثير إستخدام بعض التدريبات المائية على المتغيرات الكينماتيكية وعلاقتها بالقياسات الأنثروبومترية فى السباحة ، بحث منشور ، كلية التربية الرياضية ، جامعة طنطا ، ٢٠٠٢ م

٥. جمال علاء الدين، و ناهد الصباغ. : الأسس المترولوجية لتقويم مستوى الاعداد المهاري ، المركز العربي للنشر ، ٢٠٠٧م

٦. زكريا انور عبدالغني، و معصومة خليل الكاظمي : يدروديناميكا السباحة، كلية التربية الرياضية ، جامعة الاسكندرية ،٢٠١٨م.

٧. طارق رمضان برجاس : دراسة تنبؤية للمستوى الرقمى للسباحين المصريين فى بعض المسابقات بدورة الألعاب الإفريقية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية الرياضية للبنين ، جامعة حلوان ، ١٩٩٨.

٨. طلحة حسين حسام الدين : علم الحركة التطبيقى ، دار الفكر العربى ، القاهرة ، ١٩٩٤م.

٩. عصام محمد أمين حلمي : دراسات علمية فى البيوميكانيك، دار المعارف ، ١٩٩٧م.

١٠. عصام محمد امين حلمي دخل الى تاريخ وتعليم التكنيك الحديث للسباحة. الاسكندرية ، رجب للكمبيوتر ، ٢٠٠٢م.

١١. عويس الجبالي : التدريب الرياضي بين النظرية والتطبيق ، القاهرة، دار النشر ، ٢٠٠٠م.

١٢. محمد إبراهيم شحاته : تدريب الجمباز المعاصر ، دار الفكر العربى ، القاهرة ، ٢٠٠٣م.

١٣. محمد صبحى حسانين : القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضية ، الجزء الأول ، دار الفكر العربى ، القاهرة ، ٢٠٠٤م.

١٤. محمد السيد محمود عبدالحافظ : تعيين المؤشرات التمييزية البيوميكانيكية كأساس لتطوير برامج التدريب فى سباحة ١٠٠ متر حرة ، رسالة دكتوراه ، غير منشوره ، كلية التربية الرياضية بنات ، جامعة الإسكندريه ، ٢٠٢١ م .

ثانياً- المراجع الاجنبية

١٥. Hannula, D., & Thorton, N. : - The Swim Coaching Bible, Human Kinetics , ٢٠٠١.

١٦. Maglisho,E.W : Swimming Fastest, Human Kinetics ,٢٠٠٣.

١٧. Mcleod, I : Swimming Anatomy. USA: Library of Congress – cataloting in publication ، ٢٠١٠.

١٨. oyns, s. : sport technology and the improvement of performance of athletes. south africa: department sport science , university of steullenosch، ٢٠٠٣.

"التحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد لمراحل الأداء لسباحة ١٠٠م حره – دراسة حالة"

*م.د. محمد عبدالعزيز عرفة سالم

يهدف البحث الحالي التعرف علي المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية لسباحة ١٠٠م حره من خلال التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد 3D Biomechanical Analysisواستخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوب دراسة الحالة باستخدام التحليل والتصوير ثلاثي الأبعاد وتمثلت عينة الدراسة من حالة على إثنين من السباحين مرحلة ١٦ سنة ناشئين لسباق ١٠٠م حره إحداهما مستوى مميز والحاصل على المركز (الأول) فى بطولة الجمهورية لمرحلة ١٦ سنة وكذلك حاصل المركز (الثانى) على مستوى العمومى رجال بزمن (٥٢.٥٨ ث) والسباح الثانى مستوى أقل تميزاً والحاصل على المركز(الثانى عشر) لمرحلة ١٦ سنة وفى نفس البطولة أيضاً بزمن (٥٤.٨٢ ث) ، وبالنسبة للقياسات الأساسية فبلغ طول اللاعب الأول (المستوى المميز) ١٧٦سم وبلغ وزنه ٧٠ كجم ، أما اللاعب الثانى فبلغ طوله ١٨٤ سم ووزنه ٨٠ كجم وأشارت أهم النتائج الى تفوق السباح الأول (المستوى المميز) على السباح الثانى فى مستوى الإزاحة المحصلة سواء كانت للذراع أو لمركز ثقل الجسم لمراحل (مسك الماء – الشد بالذراعين) ، بينما تفوق السباح الثانى على السباح الأول فى مستوى الإزاحة المحصلة للذراع ولمركز ثقل الجسم فى مرحلة (الدفع بالذراعين) ويوصي الباحث بضرورة إلمام المدربين بالمتغيرات البيوميكانيكية الخاصة بكل لحظة من لحظات الاداء الفني لسباقات وطرق السباحة المختلفة .

Three-dimensional biomechanical analysis of the performance stages of the ١٠٠m freestyle swimming - a case study

Dr/ Muhammad Abdulaziz Arafa Salem

The current research aims to identify the kinematic and kinetic variables of the ١٠٠m freestyle swimming through ٣D Biomechanical Analysis. And the winner of the (first) place in the Republic Championship for the ١٦-year stage, as well as the winner of the (second) place at the general level, men with a time of (٥٢.٥٨ seconds), and the second swimmer at a less distinguished level and the holder of the (twelfth) place for the ١٦-year stage and in the same tournament also with a time of (٥٤.٨٢ seconds).), and for the basic measurements, the length of the first player (distinguished level) reached ١٧٦ cm and weighed ٧٠ kg, while the second player reached a length of ١٨٤ cm and weighed ٨٠ kg. Or for the center of gravity of the body for the stages (holding the water - pulling with the arms), while the second swimmer outperformed the first swimmer in the level of the total displacement of the arm and the center of gravity of the body in the course of time. Suit (arms push) The researcher recommends the need for trainers to be familiar with the biomechanical variables related to each moment of the technical performance of the various swimming races and methods.