

الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الأنثروبومترية والكينماتيكية لأسلوبي الانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر لسباحي المتنوع وعلاقتها بزمان الدوران بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)

د. محمد عبد العزيز عرفة محمد سالم

مدرس بقسم الرياضات المائية . كلية علوم الرياضة للبنين . أبو قير . جامعة الإسكندرية

المقدمة ومشكلة البحث:

تُعد رياضة السباحة من الرياضات التي شهدت تطوراً ملحوظاً في الآونة الأخيرة، سواء في الأرقام القياسية المسجلة أو في قدرة السباحين على تطوير أساليب الأداء في البطولات العالمية والدورات الأولمبية، مما دفع العديد من المدربين إلى تطبيق مبادئ وقوانين الميكانيكا الحيوية على الأداء الحركي بطريقة تضمن حسن استغلال القدرات البشرية وتحقيق أعلى درجات الإنجاز، وهو ما أكدته كل من حسام محي الأيوبي (٢٠٢١) وريوالد وسكوت روديو (Riewald & Rodeo, 2015) في دراستيهما حول تطور الأداء في رياضة السباحة. (١١٤:٢) (٤٨:٢٤)

ويوضح سلاوسون وآخرون Slawson et al (٢٠١٠) أن رياضة السباحة واحدة من أهم الرياضات التي يلعب فيها البيوميكانيك دوراً مهماً في تحقيق الإنجاز الرياضي، إذ يتفق الكثير من علماء الرياضة على أن البيوميكانيك يلعب دوراً مهماً في مجال تدريب السباحة عن طريق تحسين وتطوير التكنيك مما يؤدي إلى تطوير المستويات الرقمية للسباحين. (٢٦)

ويشير فيصل العباشي ، على الدريدي (٢٠٠٠) أن الدوران يلعب دوراً هاماً في تحقيق النتائج الجيدة للسباح عندما يمتلك السباح إمكانية جيدة تؤهله لأداء الدوران دون أن تهبط سرعة السباح أثناء الدوران ، وعليه يكون ضروريا تطوير مستوي الدوران بشكل تكون فيه سرعة السباح خلال الدوران مساوية أو أكبر من سرعته الاعتيادية مما ينبغي ضرورة الاستمرار في التدريب علي أداء التكنيك الصحيح للدوران (٨٢ :٤).

ويؤكد كل من أبو العلا عبد الفتاح" (١٩٩٤م) ، بويل وآخرون Puel et al (٢٠١٢) على أن مهارة الدوران تعتبر من العوامل الرئيسة المؤثرة على سرعة السباح في قطع مسافة السباق فهي تستغرق (١٠ - ٢٠%) من الزمن الكلي لقطع سباقات المسافات القصيرة حيث تستغرق من (٢ : ٣ ث) ، وتمثل أمراً هاماً في إعطاء قوة دافعة كبيرة لدى السباح ، حيث ساهم زمن الدوران في ترتيب الميداليات البرونزية في أولمبياد سيدني ٢٠٠٠ . (٣٥ :١) (٢٣)

ويؤكد أيضاً كل من بلانكسبي وآخرون Blanksby et al (١٩٩٦) ، سلاوسون وآخرون Slawson et al (٢٠١٠) أن الدوران يساهم في الأداء الكلي لسباقات المتنوع خاصة سباق ٢٠٠ مترمتنوع، بنسبة ٢١٪ من إجمالي أداء السباق ويزداد تدريجياً مع زيادة مسافة السباق وبالتالي فإن فهم الخصائص البيوميكانيكية التي تمكن السباح من أداء أسلوب الدوران الأمثل مهم لتحسين أداء السباح

بشكل عام. وبرغم ذلك فإن الخصائص البيوميكانيكية للدوران من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر بين المراحل العمرية المختلفة لا تزال غير واضحة. (٧)، (٢٦)

ويوضح كل من ليتل، ، بينجانوفاترا Lyttle, A., & Benjanuvatra, N. (٢٠٠٥) وبيريرا وآخرون - Pereira et al (٢٠١١) أن الدوران مرحلة مركبة وتتسم بالتداخل الحركي والتعقيد لذا يصعب تحليلها بدون وسائل تكنولوجية حديثة ، كما أن دراسة الطبيعة الفيزيائية للوسط المائي بشكل عام والمقاومة وضغط الماء بشكل خاص يلعب دورا هاما في تجنب الأوضاع الحركية الزائدة والخطئة التي يمكن ان تعرض جسم السباح المقاومة أكبر أثناء الدوران مما يؤدي الى زيادة زمن الدوران ، ومن أجل ذلك يتوجب تحليل المهارة لعدة مراحل منفصلة ودراسة زمن كل مرحلة للوقوف على زاوية الحركة السليمة أثناء مرحلة الدوران (٨ : ١٨)، (٢٨ : ١١).

يوضح سلاوسون Slawson (٢٠١٠) أن الدوران في السباحة هي مهارة يتم تأديتها خلال السباقات التي تزيد مسافتها عن ٥٠ مترًا في السباحة التنافسية، كما يُعرّف الدوران من سباحة الظهر الى سباحة الصدر على أنه الفترة التي يتجاوز فيها رأس السباح علامة ٥ أمتار قبل الدخول على الحائط ثم العودة إلى علامة ١٠ أمتار في المسافة التالية. (٢٦)

كما أشار شاينوك Chainok (٢٠٢١) ان الدورانات في سباقات المتنوع تنقسم الى أربعة طرق للانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر هي (Open turn, Somersault turn, Bucket turn, Crossover turn) كما تعتبر من المهارات المعقدة للغاية حيث يتم إجراؤها في مستويات ومحاور مختلفة في أقل زمن ممكن. (١٠)

كما اكد شاينوك chainok (٢٠٢٢) انه يجب على السباحين الامتثال للقواعد القانونية لل FINA ، أي لمس الحائط على ظهورهم مع الحفاظ على الكتفين في اتجاه الحائط عند اللمس من ثم يجب أن تتجاوز الكتفان المحور الرأسي تجاه الصدر عند مغادرة الجدار، كما يجب أن يتم وضع الانزلاق البطني أولاً من ثم عمل الأطراف العلوية لسباحة الصدر. وهناك ندرة في الدراسات التي تناولت دراسة تكتيك الدوران للانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر وذلك من حيث دراسة الصلاحية العلمية والعملية للمتغيرات البيوميكانيكية الحاسمة التي تلعب دوراً هاماً في إكتساب السرعة لكل طريقة من طرق الدوران. (٩)

والذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية من أهم التكنولوجيات الحديثة التي تطورت بشكل مذهل في العقود الأخيرة ، فهي تستخدم نموذج محاكاة لنظام العقل البشري للتعلم والتعرف على الأنماط وأخذ القرارات ومن أهم هذه الشبكات (الشبكات العصبية الاصطناعية "ANN") (٣٠)

يشير يورغن بيرل Jürgen Perl (٢٠١٧) أن الشبكات العصبية تعكس سلوك العقل البشري، وهذا يسمح لبرامج الحاسب الآلي بالتعرف على النماذج وحل المشاكل الشائعة في مجالات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق. (١٣ : ١٠٧)

ويؤكد ستيوارت تروست وآخرون Stewart Trost et al (٢٠١٢) أن الإنسان له وحدات إدخال توصله بالعالم الخارجي متمثلة في حواسه الخمس، والشبكات العصبية كذلك تحتاج لوحدة إدخال، ووحدات معالجة يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان و نحصل من خلالها على ردة الفعل المناسبة لكل مدخل من المدخلات للشبكة، فوحدات الإدخال تكون طبقة تسمى طبقة المدخلات، ووحدات المعالجة تكون طبقة المعالجة وهي المسئولة عن إخراج نواتج الشبكة، وبين هذه الطبقات هناك طبقة من الوصلات البينية التي تربط كل طبقة بالطبقة التي تليها والتي يتم فيها ضبط الأوزان الخاصة بكل وصلة بينية، وتحتوي الشبكة على طبقة واحدة فقط من وحدات الإدخال، ولكنها قد تحتوي على أكثر من طبقة من طبقات المعالجة. (٢٧: ١٨٠٣)

يشير يورغن بيرل وبيتر داوشر Jürgen Perl, Peter Dauscher (٢٠٠٦) أن الشبكات العصبية تتميز بالعديد من الخصائص أهمها:-

- (١) تعتمد على أساس رياضي قوى.
 - (٢) تمثل إحدى تطبيقات تكنولوجيا التشغيل الذاتي للمعلومات التي تقوم على محاكاة العقل البشري.
 - (٣) تقبل أي نوع من البيانات الكمية أو النوعية.
 - (٤) لها القدرة على تخزين المعرفة المكتسبة من خلال الحالات التي يتم تشغيلها على الشبكة.
 - (٥) يمكن تطبيقها في العديد من المجالات العلمية المختلفة. (١٤: ٧-٩)
- ومن خلال عمل الباحث في مجال تدريب السباحة لاحظ أن هناك تباين في تقنيات الدوران المستخدمة من قبل سباحي المتنوع للانتقال من سباحة الظهر إلى الصدر ، حيث يستخدم بعضهم تقنية الدوران (Open Turn)، بينما يستخدم آخرون تقنية الدوران (Somersault Turn) ، مما دفع الباحث إلى محاولة إجراء هذه الدراسة كمحاولة منه للتعرف على بعض المتغيرات الأنثروبومترية وكذلك بعض المتغيرات الكينماتيكية لأسلوبى الدوران المستخدمين للانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر وعلاقتها بزمن أداء الدوران والذي بدوره يؤثر في زمن السباق الكلى لسباحي المتنوع ، وكذلك التعرف على ترتيب الأهمية النسبية لكل من المتغيرات الأنثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية لكلا الأسلوبين المستخدمين في الدوران الأمر الذي يسهم بشكل مباشر في الإهتمام بتلك المتغيرات التي يكون لها تأثير مباشر وكبير على سرعة الدوران وبالتالي تقليل زمن الدوران وزمن السباق الكلى لسباحي الفردي المتنوع .

هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى التعرف على الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الانثروبومترية والكينماتيكية لأسلوبى الانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر لسباحى المتنوع وعلاقتها بزمان الدوران وذلك بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN). من خلال:

- ١- التعرف على طبيعة العلاقة بين بعض المتغيرات الانثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية و زمان الدوران الكلى لأسلوب الدوران (open turn)
- ٢- التعرف على طبيعة العلاقة بين بعض المتغيرات الانثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية و زمان الدوران الكلى لأسلوب الدوران (somersault turn)
- ٣- التوصل الى الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الانثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية للأداء المهارى لدوران (open turn) بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)
- ٤- التوصل الى الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الانثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية للأداء المهارى لدوران (somersault turn) بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)

تساؤلات البحث:

- ١- هل يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات الكينماتيكية والأداء المهارى لدوران (open turn)
- ٢- هل يوجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات الكينماتيكية والأداء المهارى لدوران (somersault turn)
- ٣- ما هي درجة الأهمية النسبية للمتغيرات الكينماتيكية في الأداء المهارى لدوران (open) بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN).
- ٤- ما هي درجة الأهمية النسبية للمتغيرات الكينماتيكية في الأداء المهارى لدوران (somer) بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN).

إجراءات الدراسة:**منهج الدراسة:**

في ضوء متطلبات الدراسة الحالية قام الباحث بإستخدام المنهج الوصفى بالأسلوب المسحى القائم على التحليل البيوميكانيكى لمناسبه لطبيعة البحث.

مجالات البحث :-

المجال البشرى:

مجتمع البحث : تم اختيار سباحي نادى سموحة الناشئين المرحلة السنية (١٣ - ١٤ سنة) مواليد ٢٠١١ / ٢٠١٠ ليشكلوا مجتمع البحث.

عينة البحث : تم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العمدية من سباحي المتنوع المرحلة السنية (١٣ - ١٤ سنة) من نادى سموحة الرياضى الاجتماعى وقوامها ١٤ سباح منهم (٤ سباحين) عينة الدراسة الإستطلاعية ، (١٠ سباحين) للدراسة الأساسية ممن تنطبق عليهم الشروط التالية :-

- أن يكونوا من السباحين المسجلين بالإتحاد المصرى للسباحة ومشاركين بصورة منتظمة فى البطولات التى ينظمها الإتحاد.

- ان تكون العينة من السباحين غير منقطعين عن التدريب لفترة طويلة لعدم الاخلال بمتغيرات البحث البيوميكانيكى.

- التمكن التام من أداء طريقتى الدوران (موضوع الدراسة).

- ان يكون السباح صاحب مستوى رقمى متميز بين اقرانه بالنادى و ببطولة الجمهورية للسباحة.

- المجالى الزمنى : أجرى هذا البحث خلال الموسم التدريبى ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤

- المجالى المكانى : حمام السباحة الأولمبى بنادى سموحه الرياضى

القياسات المستخدمة فى البحث:-

القياسات الأساسية:

- قياس الوزن لأقرب كيلوجرام

- قياس الطول الكلى لأقرب سنتيمتر

- قياس اطوال الأطراف و الوصلات لأقرب سنتيمتر

القياسات البيوميكانيكية:

بعد الإنتهاء من إجراءات التصوير والتحليل البيوميكانيكى تم استخراج المتغيرات الكينماتيكية

الآتية:

(زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد - زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد - زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد

- زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد - زمن مرحلة الدفع التركيب الزمنى من اقصى تخميد

حتى المد الكامل - زاوية الكاحل لحظة اقصى مد - زاوية الركبة لحظة اقصى مد - زاوية الفخذ لحظة

اقصى مد - زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد - مسافة المد - سرعة مرحلة المد - محصلة

سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط - محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط

- اقصى قوة دفع من ترك الحائط)

الأدوات و الأجهزة المستخدمة فى البحث:-

الأدوات المستخدمة فى القياسات الأساسية :-

- ميزان طبى لقياس الطول

- رستامير لقياس الطول الكلى
- أنثروبوميتر لقياس أطوال الوصلات
- الأدوات والأجهزة المستخدمة فى التصوير والتحليل :-
- عدد (١) كاميرا تصوير فيديو طراز Sony HDR AS10\ AS15 تردد (٢٤٠ كادر/ث).
- عدد (١) حامل كاميرا ثلاثي مثبت على حافة الحمام داخل الماء.
- عدد (١) حامل كاميرا مائي.
- عدد (٣) بطاريات شحن للكاميرا.
- شريط قياس.
- علامات ضابطة.
- مسطرة بطول (٢ متر) لتحديد مقياس الرسم.
- استمارة تسجيل قياسات اللاعبين.
- جهاز Laptop fujitsu وملحقاته.
- برنامج Defishr لمعالجة الفيديو.
- برنامج Camtasia-studio-8.6.0 لتقطيع الفيديو.
- برنامج kinovea 8.25 للتحليل الحركي.
- ميزان طبى معايير لقياس الوزن.
- أنثروبوميتر لقياس الطول الكلى.



شكل (١) يوضح أجهزة وأدوات التصوير داخل الماء

جدول رقم (١)

التوصيف الإحصائي في المتغيرات الأساسية والأطوال قيد البحث لمجموعة البحث ن = ١٠

المتغيرات	الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	معامل التفلطح
الوزن		كجم	47.30	11.53	45.00	0.50	-1.21
الطول		سم	161.40	12.69	163.00	0.50	-0.11
العمر		سنة	13.50	0.53	13.50	0.00	-2.57
العضد		سم	31.10	3.51	31.00	0.09	2.42
الساعد		سم	26.50	2.99	26.00	0.48	-0.66
الفخذ		سم	44.60	4.93	44.50	0.29	-0.92
الساق		سم	40.90	3.98	41.00	0.61	0.81

يتضح من الجدول رقم (١) والخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة البحث في المتغيرات الأساسية والمحيطات قيد البحث أن البيانات الخاصة بعينة البحث الكلية معتدلة وغير مشتتة وتتسم بالتوزيع الطبيعي للعينة ، حيث تتراوح قيم معامل الالتواء فيها ما بين (٠.٠٠٠ إلى ٠.٥٠) وهذه القيم تقترب من الصفر ، مما يؤكد اعتدالية البيانات الخاصة بعينة البحث.

جدول رقم (٢)

التوصيف الإحصائي في المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال open turn لمجموعة البحث ن = ١٠

المتغيرات	الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	معامل التفلطح
زمن الدوران		ثانية	1.21	0.19	1.16	0.27	0.68
زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصى تخميد حتي المد الكامل		ثانية	0.47	0.14	0.43	0.67	-0.22
زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد		درجة	85.00	12.79	83.00	0.21	-1.11
زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد		درجة	37.80	17.47	36.50	0.22	1.78
زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد		درجة	80.80	20.13	88.50	-0.45	-1.55
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد		درجة	18.60	6.75	20.00	-0.42	-0.08
زاوية الكاحل لحظة اقصى مد		درجة	156.90	8.03	157.00	0.37	-0.64
زاوية الركبة لحظة اقصى مد		درجة	162.90	9.45	157.50	0.86	-1.10
زاوية الفخذ لحظة اقصى مد		درجة	162.70	4.76	163.00	-0.54	-0.43
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد		درجة	12.90	3.70	12.00	0.35	-1.38
زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي		درجة	10.50	3.17	10.50	0.78	0.44
كتلة اللاعب		كجم	48.10	11.55	48.50	0.25	-1.40
مسافة المد		متر	0.66	0.12	0.66	0.58	1.52
سرعة مرحلة المد		متر/ثانية	1.50	0.35	1.55	-0.54	-0.42
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط		متر/ثانية	2.93	0.61	2.77	0.81	0.23
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط		كجم.متر/ثانية	72.65	26.21	66.69	0.48	-0.43
اقصى تسارع من دفع الحائط		متر/ثانية تربيع	5.51	0.77	5.60	-0.28	-1.60
زمن الوصول لاقصى تسارع		ثانية	0.52	0.10	0.55	-0.32	-1.75
اقصى قوة دفع من ترك الحائط		نيوتن	266.30	80.04	238.92	0.58	-0.71
زمن الدوران الكلي open turn		ثانية	1.68	0.28	1.73	0.72	2.42

يتضح من الجدول رقم (٢) والخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة البحث في المتغيرات قيد البحث لدوران ال open turn أن البيانات الخاصة بعينة البحث الكلية معتدلة وغير مشتتة وتتسم بالتوزيع الطبيعي للعينة ، حيث تتراوح قيم معامل الالتواء فيها ما بين (-٠.٥٤ إلى ٠.٨٦) وهذه القيم تقترب من الصفر ، مما يؤكد اعتدالية البيانات الخاصة بعينة البحث.

الدراسة الاستطلاعية:

تم إجراء الدراسة الإستطلاعية بنادى سموحة الرياضى الاجتماعى .

الهدف من الدراسة الاستطلاعية:

- تحديد أنسب أماكن لوضع الكاميرا أثناء إجراء التصوير بما يسمح بالحصول على تصوير واضح.
- تحديد بعد وارتفاع عدسة الكاميرا عن منتصف مجال الحركة المستهدف تصويرها.
- التأكد من سلامة أدوات وأجهزة التصوير المستخدمة.
- التعرف علي بعض المشكلات التي قد تعيق عملية التصوير.

إجراءات الدراسة الاستطلاعية:

- أجريت الدراسة يوم ٢٠٢٣/٦/١٣ .
- تم التواجد بحمام سباحة نادى سموحة الرياضى الاجتماعى مع وجود عدد ١ كاميرا فيديو لتحديد أماكن تثبيتها أثناء إجراء التصوير.
- تم اجراء الدراسة علي عينة قوامها ٤ سباحين.

نتائج الدراسة:

- تم تحديد مكان تثبيت الكاميرا داخل الحمام بحيث تكون الكاميرا يمين الحارة رقم ٥.
- الكاميرا علي بعد ٤ متر من حائط الدوران . ومجال تصويرها ٧ متر وبعد الكاميرا عن منتصف مجال الحركة ٥ متر.
- تم تحديد إرتفاع عدسة الكاميرا عن مستوى سطح الأرض ١.٢٠ م بحيث تكون عمودية على منتصف مجال الحركة الرأسى لجميع السباحين.
- تم تحديد عمق عدسة الكاميرا عن مستوى سطح الماء ١ م بحيث تكون عمودية على منتصف مجال الحركة الرأسى لجميع السباح.

المعالجات الاحصائية

تم اجراء المعالجات الاحصائية باستخدام برنامج SPSS Version 25 وذلك عند مستوى ثقة (٠.٩٥) يقابلها مستوى دلالة (احتمالية خطأ) ٠.٠٥ وهى كالتالى :

- المتوسط الحسابي. Mean
- الانحراف المعياري Stander Deviation
- الوسيط Median
- معامل الالتواء. Skewness
- معامل التفلطح. Kurtosis
- معامل ارتباط بيرسون.
- الشبكات العصبية الاصطناعية ذات الثلاث طبقات والتغذية الأمامية بطبقة واحدة مخفية وخلية خلفية واحدة مع تحديد نسبة ٦٠.٠% للتدريب ٤٠.٠% للاختبار للمتغيرات الانثربومترية و نسبة ٩٠.٠% للتدريب ١٠.٠% للاختبار للمتغيرات الكينماتيكية قيد البحث Artificial Neural Networks بزمّن الدوران الكلي open turn
- الشبكات العصبية الاصطناعية ذات الثلاث طبقات والتغذية الأمامية بطبقة واحدة مخفية وخلية خلفية واحدة مع تحديد نسبة ٩٠.٠% للتدريب ١٠.٠% للاختبار للمتغيرات الانثربومترية و نسبة ٦٠.٠% للتدريب ٤٠.٠% للاختبار للمتغيرات الكينماتيكية قيد البحث Artificial Neural Networks بزمّن الدوران الكلي somer turn .

عرض ومناقشة النتائج

جدول رقم (٣) العلاقة بين المتغيرات الانثروبومترية قيد البحث لدوران ال open turn و زمن الدوران الكلي

المتغيرات	زمن الدوران الكلي open turn	
	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
الوزن	-0.492	0.149
الطول	-0.344	0.331
العمر	-0.536	0.111
العضد	-0.037	0.920
الساعد	-0.407	0.243
الفخذ	-0.305	0.392
الساق	-0.308	0.387

*معنوى عند مستوى ٠.٠٥ **معنوى عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول رقم (٣) الخاص بالعلاقة بين المتغيرات الانثروبومترية قيد البحث لدوران ال open turn وزمن الدوران الكلي عدم وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات الانثروبومترية قيد البحث لدوران ال open و زمن الدوران الكلي open turn حيث تراوحت قيمة (ر) المحسوبة ما بين (٠.٠٣٧ ، ٠.٥٣٦) وهذه القيم أقل من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وعند مستوى ٠.٠١

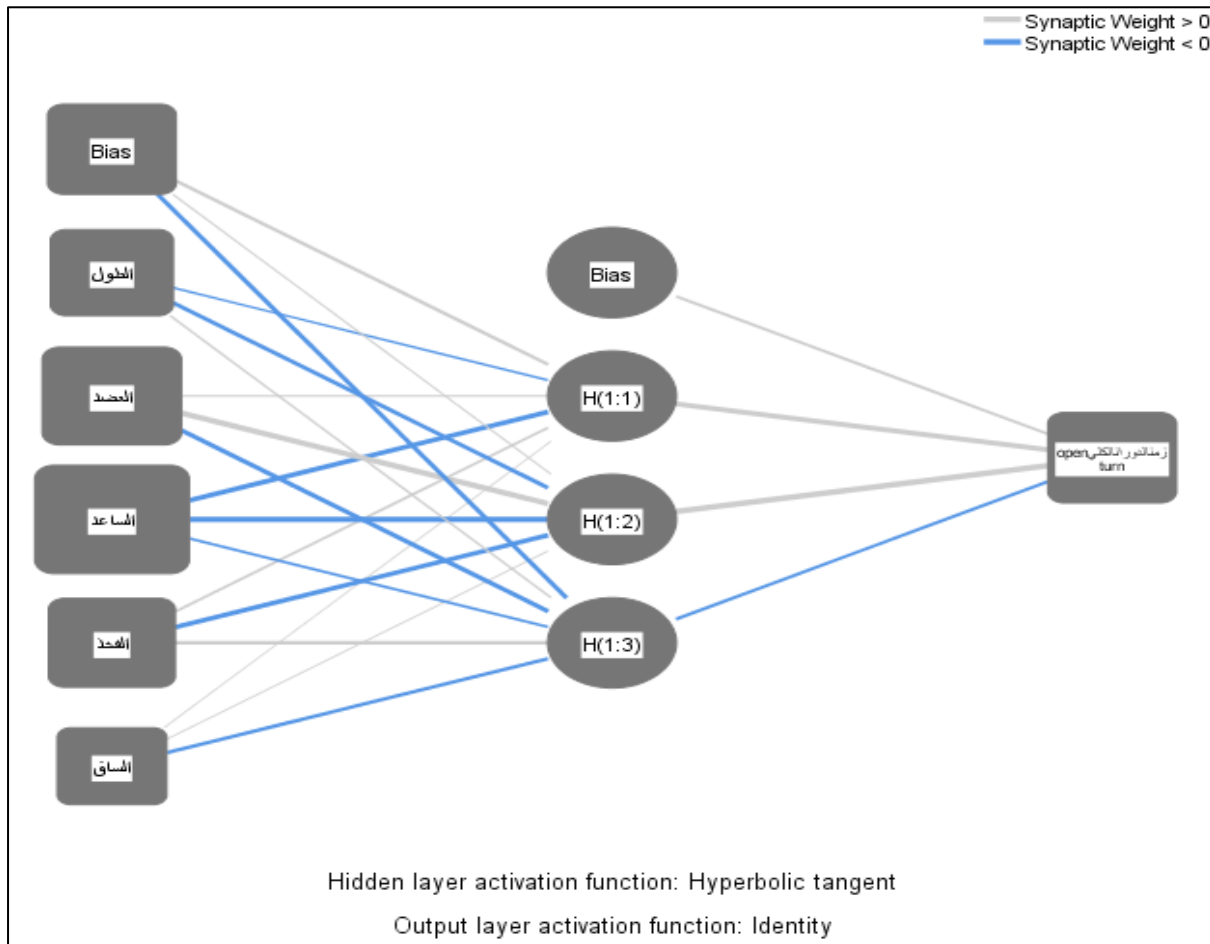
جدول رقم (٤) العلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال open turn و زمن الدوران الكلي

المتغيرات	زمن الدوران الكلي open turn	
	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
زمن الدوران	0.901**	0.000
زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصى تخميد حتي المد الكامل	0.819**	0.004
زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد	0.121	0.739
زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد	-0.380	0.279
زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد	-0.481	0.159
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد	-0.467	0.174
زاوية الكاحل لحظة اقصى مد	0.181	0.618
زاوية الركبة لحظة اقصى مد	-0.053	0.884
زاوية الفخذ لحظة اقصى مد	0.343	0.332
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد	0.184	0.610
زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي	0.069	0.850
كتلة اللاعب	-0.522	0.122
مسافة المد	0.222	0.537
سرعة مرحلة المد	-0.665*	0.036
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	0.019	0.958
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	-0.759*	0.011
اقصى تسارع من دفع الحائط	-0.161	0.656
زمن الوصول لاقصى تسارع	0.568	0.087
اقصى قوة دفع من ترك الحائط	-0.508	0.134

*معنوى عند مستوى ٠.٠٥ **معنوى عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول رقم (٤) الخاص بالعلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال open turn و زمن الدوران الكلي وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين بعض المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال open turn وزمن الدوران الكلي حيث تراوحت قيمة (ر) المحسوبة ما بين (٠.٦٦٥) ، (٠.٩٠١) وهذه القيم أكبر من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وعند مستوى ٠.٠١ حيث كانت على النحو التالي :-

- وجود علاقة عكسية بين كل من متغير (سرعة مرحلة المد ، محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط) و زمن الدوران الكلي open turn
- وجود علاقة طردية بين كل من متغير (زمن الدوران ، زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصى تخميد حتي المد الكامل) و زمن الدوران الكلي open turn



- عرض النتائج الخاصة بالشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) الناتجة من تفاعل المتغيرات

الانثروبومترية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي open turn شكل رقم (٢)

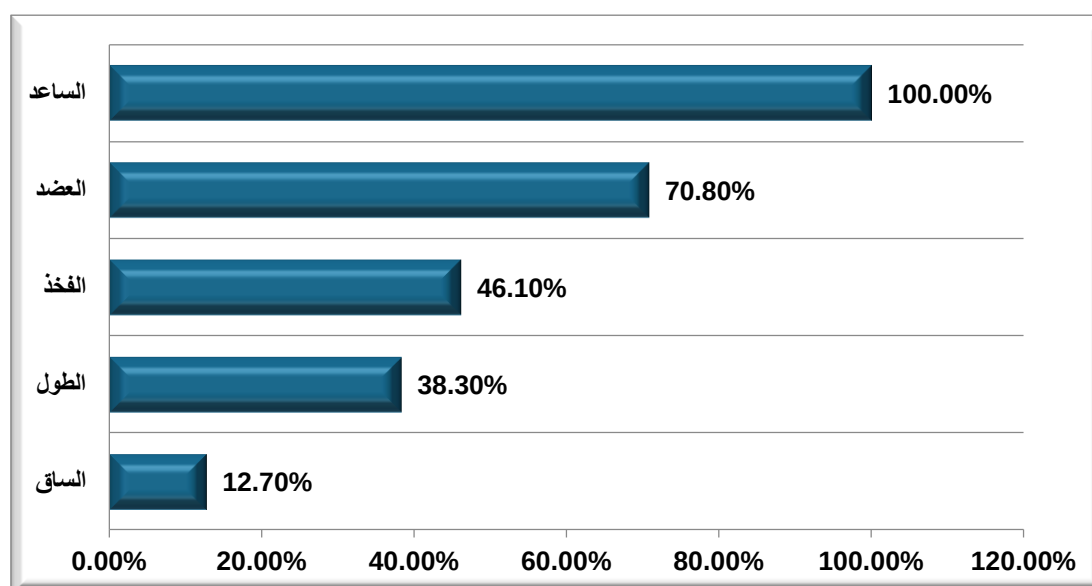
يوضح شكل الشبكة العصبية الناتج من تفاعل المتغيرات الانثروبومترية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي open turn

جدول (٥)

المتغيرات الإنثروبومترية المستقلة الدالة إحصائياً مرتبة تنازلياً وفقاً لدرجة ونسبة الأهمية

م	المتغيرات المستقلة الدالة إحصائياً	درجة الأهمية	الأهمية النسبية % (نسبة المساهمة)
١	الساعد	0.373	100.0%
٢	العضد	0.264	70.8%
٣	الفخذ	0.172	46.1%
٤	الطول	0.143	38.3%
٥	الساق	0.048	12.7%

يتضح من جدول (٥) والشكل البياني (٣) الخاص بنتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ٥ متغيرات ذو ارتباط بزمان الدوران الكلي open turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازلياً حسب أهميتها ، حيث جاء متغير الساعد في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، في حين كان متغير الساق في الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٢.٧%.



شكل رقم (٣) يبين ترتيب المتغيرات المستقلة الدالة إحصائياً وفقاً لنسبة الأهمية

تشير نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية إلى أن هناك خمسة متغيرات مستقلة أسهمت بدرجات متفاوتة في تفسير زمن الدوران الكلي (open turn) ، وهي مرتبة تنازلياً كالتالي: الساعد، العضد، الفخذ، الطول، وأخيراً الساق. وتكشف هذه النتائج عن أولوية واضحة للعضلات الطرفية العلوية مقارنة بالطرف السفلي في تحديد كفاءة الدوران.

أولاً: الساعد والعضد

جاء متغير الساعد في المرتبة الأولى بنسبة مساهمة بلغت (١٠٠%)، يليه العضد بنسبة (٧٠.٨%)، مما يؤكد أن الأداء الحركي في الدوران يعتمد بدرجة أساسية على طول الذراعين، خاصة في مراحل السحب والدفع تحت الماء، وهذا يتفق مع الدراسات الحديثة التي تشير إلى أن الأطوال الجسمية والمتغيرات الأنثروبومترية تلعب دوراً مهماً في تفسير كفاءة الدوران في السباحة، وما تظهره النتائج السابقة من أن أطوال الأطراف العلوية (الساعد والعضد) لها تأثير أكبر على سرعة الانطلاق والدوران مقارنة بالأطراف السفلية والطول الكلي للجسم، حيث أن طول الأطراف العلوية يمنحها ذراع عزم أطول أثناء الدفع تحت الماء، مما يساهم في تحسين سرعة الانتقال بعد ملامسة الجدار.

حيث أظهرت دراسة ألفيس وآخرون. Alves et al. (2022) أن طول الذراعين يرتبط بشكل إيجابي بأداء السباحين الشباب، بينما أكدت دراسة بيوليك وآخرون. Peulić et al. (2023) أن الأطراف العلوية الطويلة تساعد على تحسين فعالية الانطلاق من الحائط وتحقيق انتقال جيد في مراحل السحب والدفع. (٥) (٢١)

ثانياً: الفخذ

احتل الفخذ المرتبة الثالثة بنسبة (٤٦.١%)، وهو ما يعكس دوره المهم كعامل مساعد في تثبيت وضعية الجسم وتوليد عزم إضافي للدوران، وعلى الرغم من أن إسهامه أقل مقارنة بالطرف العلوي، إلا أنه يظل مكملاً أساسياً للأداء، حيث تلعب الأطراف السفلية دوراً داعماً في الحفاظ على الثبات والانسايية بعد الدوران، وهذا ما تؤكدته دراسة لات وآخرون. Lätt et al. (2010) التي تشير إلى أن العوامل الأنثروبومترية مثل طول الفخذ والساق ترتبط بتحكم أفضل بزوايا المفصل أثناء الارتكاز، مما يقلل زمن الدوران ويحسن من الاستقرار الحركي لدى السباحين اليافعين. كما أشارت دراسة فيوري وآخرون Fiori et al. (2022) إلى أن تطوير القوة والطول في الأطراف السفلية يساهم في تحسين التوافق الحركي بعد ملامسة الحائط، وهذا أيضاً ما توضحه دراسة كاينر. Keiner et al. (2021) حيث تشير إلى أن القوة السفلية (Squat strength) ترتبط بسرعة الانطلاقة والاستقرار في الماء، وإن كانت بدرجة أقل من الطرف العلوي. (١٧) (١١) (١٥)

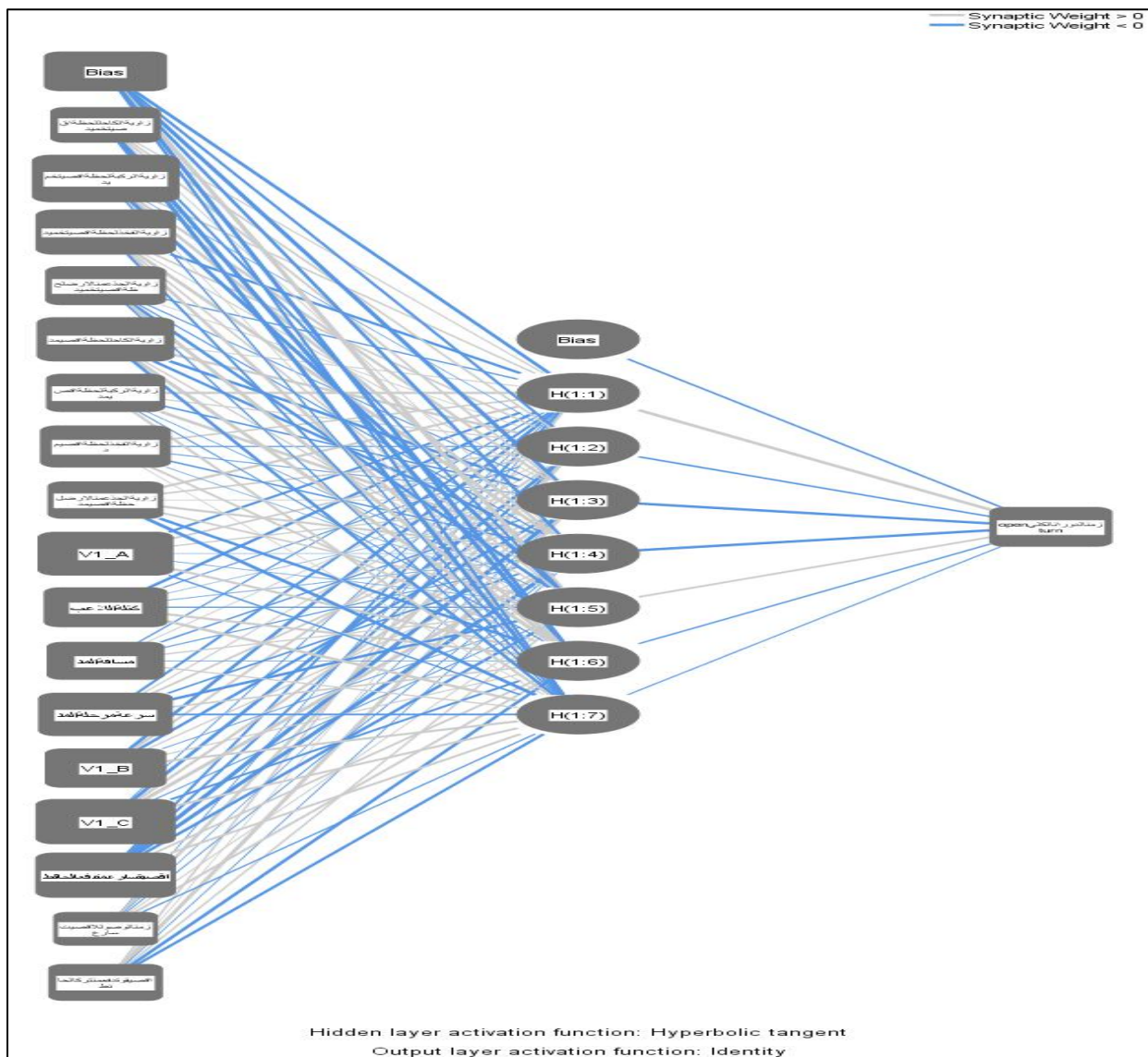
ثالثاً: الطول الكلي للجسم

جاء الطول في المرتبة الرابعة بنسبة (٣٨.٣%) مما يعكس الأثر البيوميكانيكي للأبعاد الجسمية على الأداء، فالطول الأكبر قد يوفر ذراع عزم أطول يساعد في زيادة الدفع، لكنه في الوقت ذاته قد يسبب تحديات في التحكم بالزمن الحركي للدوران، حيث يعتبر الطول الكلي للجسم عاملاً مؤثراً في تحقيق الانسايية وزاوية الدفع أثناء الدوران، لكنه قد يتطلب تدريباً مخصصاً لاستغلاله بشكل فعال، حيث أكدت دراسة جونزاليس-رافى وآخرون. González-Ravé et al. (2025) أن الطول الكلي يرتبط بتحسين الأداء في السباقات القصيرة، حيث يوفر مزايا بيوميكانيكية للسباحين ذوي الأطوال الكبيرة. (١٢)

رابعًا: الساق

جاء متغير الساق في المرتبة الأخيرة بنسبة (١٢.٧%) فقط، وهو ما يؤكد أن دورها في الدوران أقل نسبيًا مقارنة بالذراعين والفتحين. وغالبًا يقتصر إسهام الساقين على الحفاظ على الوضع الانسيابي بعد الدوران والمساعدة في الاستقرار، بينما تظل القوة الأساسية ناتجة من الذراعين، وهذا ما أكدته نتائج سابوترا وبيسمار – Saputra & Bismar (٢٠٢٠) التي تشير أن مساهمة الساقين في الدفع لا تتجاوز ثلث القوة الكلية، وهو ما يفسر ضعف أهميتها النسبية في نتائج التحليل الحالي. (٢٥)

- عرض النتائج الخاصة بالشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) الناتجة من تفاعل المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي open turn



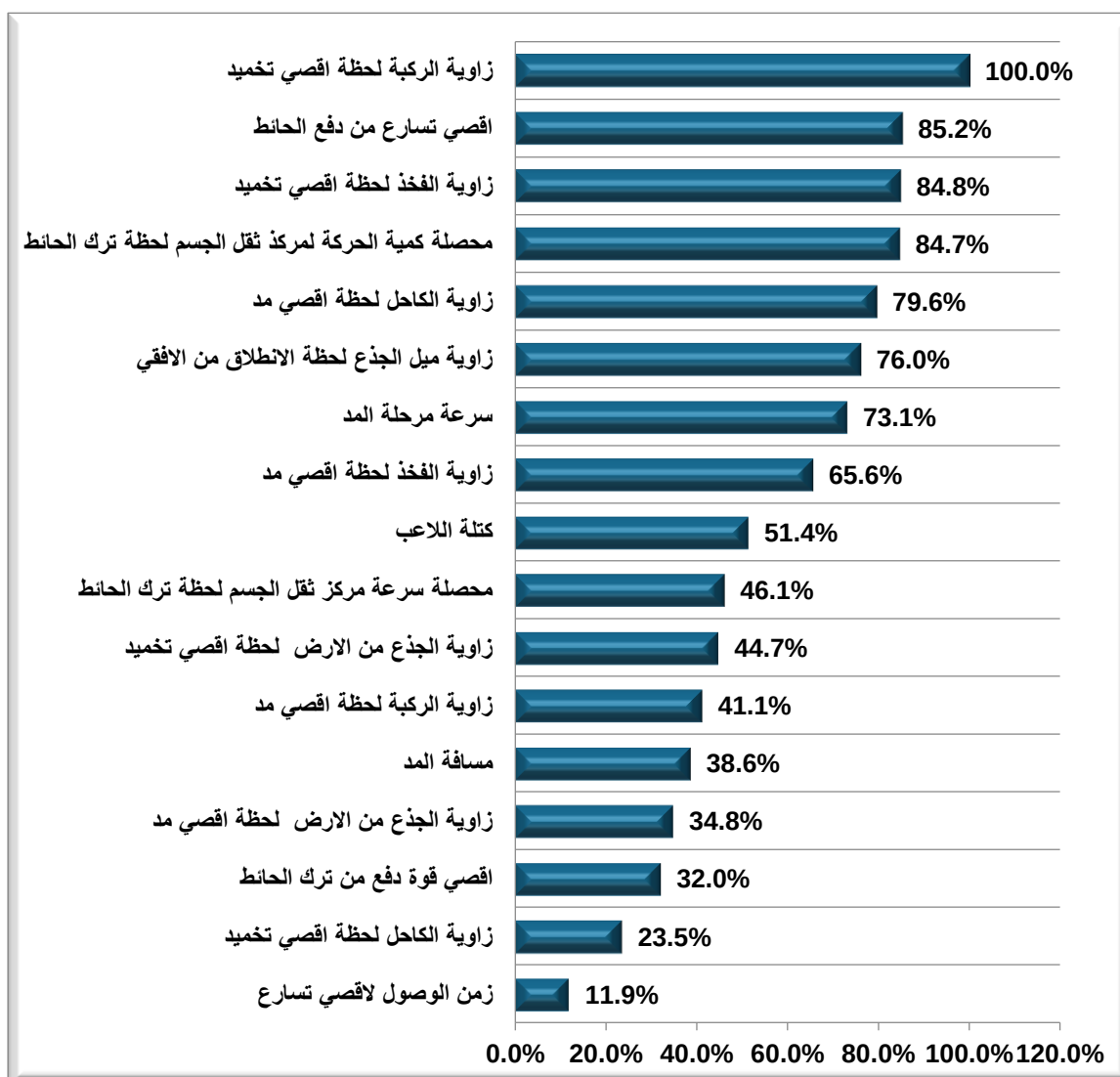
يوضح شكل (٤) الشبكة العصبية الناتجة من تفاعل المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي open turn

جدول (٦)

المتغيرات الكينماتيكية المستقلة الدالة إحصائيا مرتبة تنازليا وفقا لدرجة ونسبة الأهمية

م	المتغيرات المستقلة الدالة إحصائيا	درجة الأهمية	الأهمية النسبية % (نسبة المساهمة)
١	زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد	0.103	100.0%
٢	اقصى تسارع من دفع الحائط	0.088	85.2%
٣	زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد	0.087	84.8%
٤	محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	0.087	84.7%
٥	زاوية الكاحل لحظة اقصى مد	0.082	79.6%
٦	زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي	0.078	76.0%
٧	سرعة مرحلة المد	0.075	73.1%
٨	زاوية الفخذ لحظة اقصى مد	0.067	65.6%
٩	كتلة اللاعب	0.053	51.4%
١٠	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	0.047	46.1%
١١	زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد	0.046	44.7%
١٢	زاوية الركبة لحظة اقصى مد	0.042	41.1%
١٣	مسافة المد	0.040	38.6%
١٤	زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد	0.036	34.8%
١٥	اقصى قوة دفع من ترك الحائط	0.033	32.0%
١٦	زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد	0.024	23.5%
١٧	زمن الوصول لاقصى تسارع	0.012	11.9%

يتضح من جدول (٦) والشكل البياني (٥) الخاص بنتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ١٧ متغير ذو ارتباط بزمان الدوران الكلي open turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازليا حسب أهميتها ، حيث جاء متغير زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد فى الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠ % ، فى حين كان متغير زمن الوصول لاقصى تسارع فى الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١١.٩ %.



شكل رقم (٥)

يبين ترتيب المتغيرات الكينماتيكية المستقلة الدالة إحصائياً وفقاً لنسبة الأهمية

أوضحت نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية أن زاوية الركبة لحظة أقصى تخميد جاءت في المرتبة الأولى من حيث الأهمية النسبية (١٠٠%)، مما يبرز الدور المحوري للركبة في التحكم بمرحلة الارتداد أثناء الدوران المفتوح (Open Turn)، وهذا يتفق مع ما أشار إليه بايتون وبارتليت - Payton & Bartlett (٢٠٠٨) بأن مفصل الركبة يمثل العامل الأساسي في امتصاص القوى وتحويلها إلى طاقة دافعة عند الانطلاق من الحائط، كما أكد أريانو وآخرون - Arellano et al (٢٠١٩). أن التحكم في زاوية الركبة يقلل من فقدان السرعة ويحسن كفاءة التحول من الحركة الأفقية إلى العمودية. (٢٠) (٦) وهذا يتفق أيضاً مع ما ذكرته سماح محمد (٢٠١٧) أنه من خلال تحليل الدراسات والأبحاث العلمية المرتبطة بالميكانيكا الحيوية في مجال السباحة أكدت جميعها إلى ضرورة تطبيق الأسس الميكانيكية لزوايا العمل العضلي والتي تؤديها مفاصل القوى المحركة للجسم في السباحة وهي مفاصل الذراعين والرجلين والتي يتوقف عليها نجاح الأداء الفني في السباحة. (٣ : ٣٤)

أما المتغير الثاني وهو أقصى تسارع من دفع الحائط (85.2%)، فقد أظهر ارتباطاً قوياً بزمن الدوران، حيث أن زيادة التسارع الناتج عن الدفع يُعد مؤشراً مباشراً على جودة الانتقال من مرحلة التخميد إلى مرحلة الدفع، وتشير دراسات سابقة مثل ماسون وكوسور Mason & Cossor (2001) إلى أن قوة الدفع وتسارعها تمثلان المحدد الأهم في كفاءة الأداء الحركي بالدوران، خاصة عند السباحين ذوي المستويات العليا كذلك احتلت زاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد (84.8%) ومحصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط (84.7%) مراكز متقدمة، وهو ما يعكس التكامل بين عمل الأطراف السفلية وتحكم مركز الثقل، حيث يوضح تور وآخرون Tor et al (2015) أن السيطرة على زاوية الفخذ أثناء التخميد تساهم في تقليل فقدان الطاقة الميكانيكية، بينما يمثل الحفاظ على كمية الحركة لمركز الثقل العامل الأساسي في تحقيق سرعة مناسبة عند الخروج من الحائط. (١٩) (٢٩)

وبالنسبة للمتغيرات التالية مثل زاوية الكاحل لحظة أقصى مد (79.6%) وزاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق (76.0%)، فإنها تلعب دوراً داعماً من خلال تحسين مسار الدفع وزاوية الانطلاق، وهذا ما يوضحه بويل وآخرون Puel et al (2012) أن زاوية الجذع والكاحل تساهمان في تحديد اتجاه القوة وتوزيعها، بما ينعكس على سرعة الانزلاق بعد ترك الحائط. (٢٢)

ومن ناحية أخرى أظهرت متغيرات مثل كتلة اللاعب (51.4%) ومحصلة سرعة مركز الثقل لحظة ترك الحائط (46.1%) تأثيراً متوسطاً، حيث أن زيادة الكتلة قد تؤثر سلباً على التسارع ما لم تتوازن مع قوة دفع كافية، وهو ما يتفق مع نتائج بريد ويونج Breed & Young (2003) (٨)

وأخيراً جاءت بعض المتغيرات مثل زمن الوصول لأقصى تسارع (11.9%) في مرتبة متأخرة من حيث الأهمية النسبية، مما يعكس أن توقيت الوصول للتسارع ليس بنفس الحسم مثل زاوية المفاصل وقوة الدفع، وإنما يمثل عاملاً مساعداً.

جدول رقم (٧)

التوصيف الإحصائي في المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال somer turn لمجموعة البحث ن = ١٠

المتغيرات	الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	معامل التفلطح
زمن الدوران	ثانية	1.25	0.16	1.29	-0.24	-1.25	
زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصى تخميد حتي المد الكامل	ثانية	0.39	0.07	0.38	-0.03	-1.21	
زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد	درجة	90.00	10.28	92.00	-0.52	-1.45	
زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد	درجة	62.30	8.88	63.50	-0.27	-1.40	
زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد	درجة	95.30	16.91	91.00	0.64	-0.30	
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد	درجة	27.20	12.69	26.00	0.11	-1.12	
زاوية الكاحل لحظة اقصى مد	درجة	153.20	6.66	150.50	0.73	-1.38	
زاوية الركبة لحظة اقصى مد	درجة	167.60	6.45	168.50	-0.26	-0.05	
زاوية الفخذ لحظة اقصى مد	درجة	169.90	5.59	171.00	-0.52	0.29	
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد	درجة	13.20	6.39	13.50	-0.11	-1.86	
زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي	درجة	12.00	5.93	10.50	0.43	-1.19	
كتلة اللاعب	كجم	48.10	11.55	48.50	0.25	-1.40	
مسافة المد	متر	0.54	0.09	0.54	0.56	-0.06	
سرعة مرحلة المد	متر/ثانية	1.43	0.43	1.28	1.05	4.72	
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	متر/ثانية	2.67	0.45	2.68	0.29	-0.67	
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	كجم.متر/ثانية	71.45	38.53	56.40	1.17	3.15	
اقصى تسارع من دفع الحائط	متر/ثانية تربيع	6.18	0.94	6.26	-0.77	0.74	
زمن الوصول لاقصى تسارع	ثانية	0.45	0.06	0.47	-0.96	0.05	
اقصى قوة دفع من ترك الحائط	نيوتن	302.06	104.80	258.43	0.53	-1.41	
زمن الدوران الكلي somer turn	ثانية	1.64	0.20	1.62	-0.07	-0.98	

يتضح من الجدول رقم (٧) والخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة البحث في المتغيرات قيد البحث لدوران ال somer turn أن البيانات الخاصة بعينة البحث الكلية معتدلة وغير مشتتة وتتسم بالتوزيع الطبيعي للعينة ، حيث تتراوح قيم معامل الالتواء فيها ما بين (-٠.٩٦ إلى ١.١٧) وهذه القيم تقترب من الصفر ، مما يؤكد اعتدالية البيانات الخاصة بعينة البحث.

جدول رقم (٨)

العلاقة بين المتغيرات الأنثروبومترية قيد البحث لدوران ال somer turn و زمن الدوران الكلي

المتغيرات	زمن الدوران الكلي somer turn	
	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
الوزن	0.148	0.684
الطول	0.258	0.472
العمر	0.273	0.445
العضد	0.058	0.874
الساعد	0.249	0.487
الفخذ	0.498	0.143
الساق	0.149	0.682

*معنوى عند مستوى ٠.٠٥ **معنوى عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول رقم (٨) الخاص بالعلاقة بين المتغيرات الأنثروبومترية قيد البحث لدوران ال somer turn و زمن الدوران الكلي عدم وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات الأنثروبومترية قيد البحث لدوران ال somer turn وزمن الدوران الكلي حيث تراوحت قيمة (ر) المحسوبة ما بين (٠.٠٥٨ ، ٠.٤٩٨) وهذه القيم أقل من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وعند مستوى ٠.٠١

جدول رقم (٩)

العلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال somer turn وزمن الدوران الكلي

المتغيرات	زمن الدوران الكلي somer turn	
	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
زمن الدوران	0.943**	0.000
زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصى تخميد حتي المد الكامل	0.665*	0.036
زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد	-0.260	0.468
زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد	-0.325	0.360
زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد	0.276	0.440
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد	-0.502	0.139
زاوية الكاحل لحظة اقصى مد	-0.036	0.920
زاوية الركبة لحظة اقصى مد	-0.158	0.663
زاوية الفخذ لحظة اقصى مد	0.698*	0.025
زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد	-0.666*	0.035
زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي	-0.725*	0.018

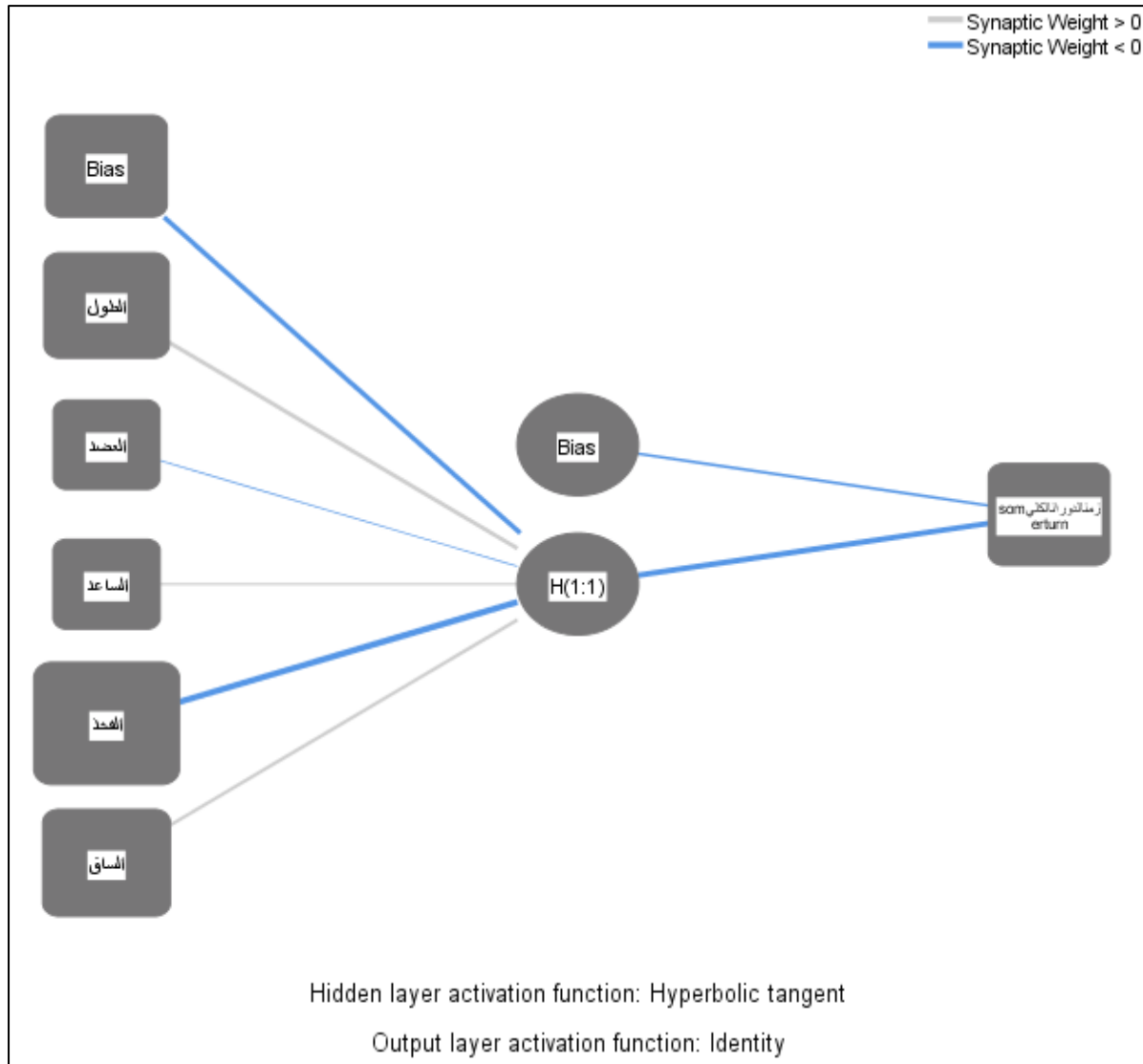
المتغيرات		زمن الدوران الكلي somer turn
	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
كتلة اللاعب	0.149	0.681
مسافة المد	0.110	0.762
سرعة مرحلة المد	-0.371	0.291
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	-0.178	0.623
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	-0.187	0.605
اقصي تسارع من دفع الحائط	-0.130	0.720
زمن الوصول لاقصي تسارع	0.059	0.870
اقصي قوة دفع من ترك الحائط	0.029	0.936

*معنوى عند مستوى ٠.٠٥ **معنوى عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول رقم (٩) الخاص بالعلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال somer turn و زمن الدوران الكلي وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين بعض المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث لدوران ال somer و زمن الدوران الكلي somer turn حيث تراوحت قيمة (ر) المحسوبة ما بين (٠.٦٦٥ ، ٠.٩٤٣) وهذه القيم أكبر من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وعند مستوى ٠.٠١ حيث كانت على النحو التالي :-

- وجود علاقة عكسية بين كل من متغير (زاوية الجذع من الارض لحظة اقصي مد ، زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي) و زمن الدوران الكلي somer turn .
- وجود علاقة طردية بين كل من متغير (زمن الدوران ، زمن مرحلة الدفع التركيب الزمني من اقصي تخميد حتي المد الكامل) و زمن الدوران الكلي somer turn .

- عرض النتائج الخاصة بالشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) الناتجة من تفاعل المتغيرات الإنثربومترية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي somer turn



شكل رقم (٦)

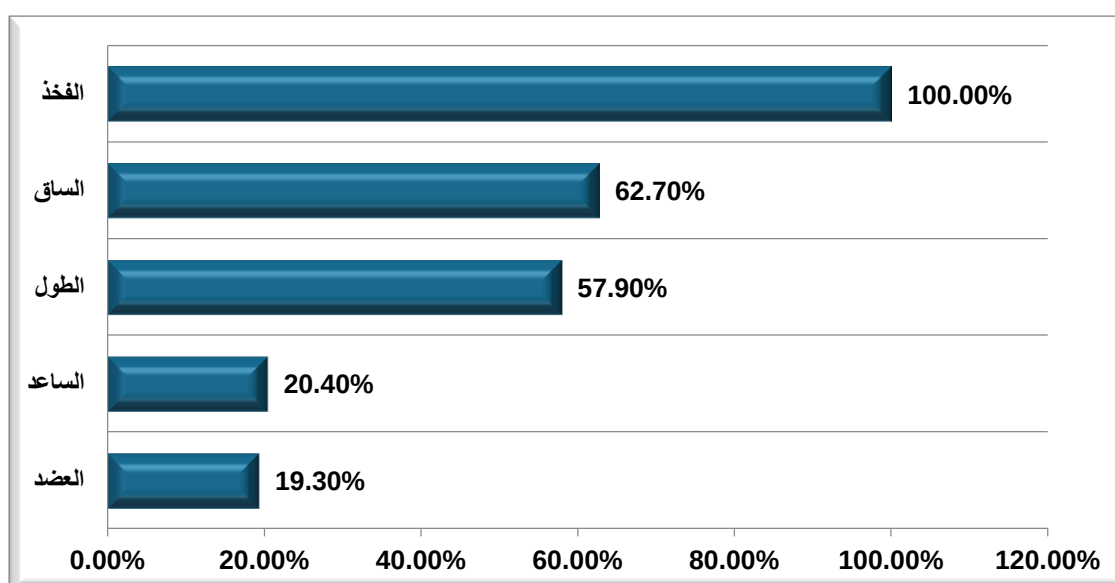
يوضح شكل الشبكة العصبية الناتج من تفاعل المتغيرات الإنثربومترية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي somer turn

جدول (١٠)

المتغيرات الإنثرومترية المستقلة الدالة إحصائيا مرتبة تنازليا وفقا لدرجة ونسبة الأهمية

م	المتغيرات المستقلة الدالة إحصائيا	درجة الأهمية	الأهمية النسبية % (نسبة المساهمة)
١	الفخذ	0.384	100.0%
٢	الساق	0.241	62.7%
٣	الطول	0.223	57.9%
٤	الساعد	0.078	20.4%
٥	العضد	0.074	19.3%

يتضح من جدول (١٠) والشكل البياني (٧) الخاص بنتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ٥ متغيرات ذو ارتباط بزمان الدوران الكلي somer turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازليا حسب أهميتها ، حيث جاء متغير الفخذ في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، في حين كان متغير العضد في الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٩.٣%.



شكل رقم (٧)

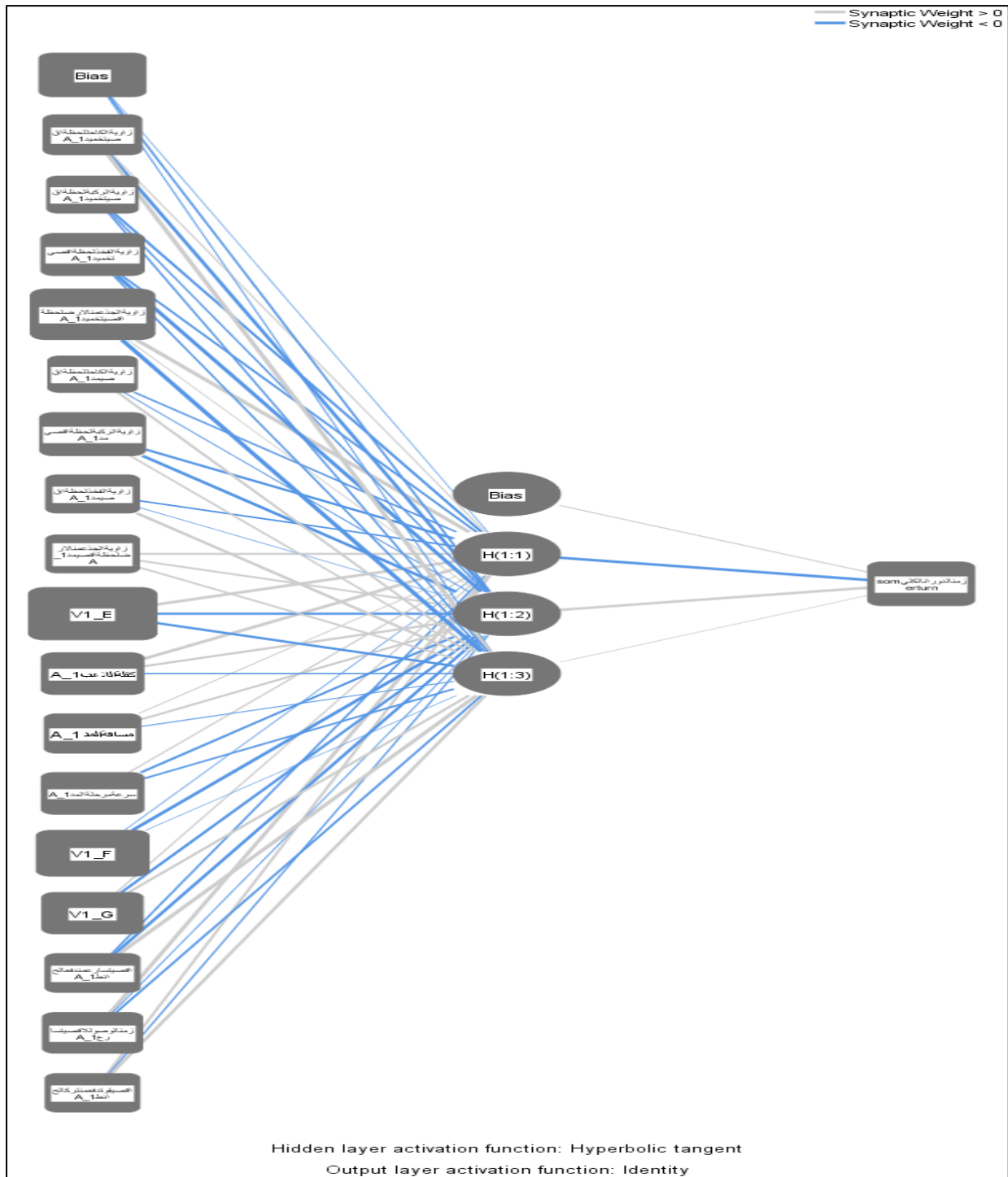
يبين ترتيب المتغيرات الإنثرومترية المستقلة إحصائيا وفقا لنسبة الأهمية

تشير نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية (التحليل متعدد الطبقات) إلى أن الفخذ كان المتغير الأكثر تأثيراً على زمن الدوران الكلي (Somer Turn) ، حيث بلغت أهميته النسبية 100%، يليه الساق بنسبة (٦٢.٧%) ثم الطول (57.9%)، بينما جاءت الأطراف العلوية (الساعد والعضد) في مراتب متأخرة (٢٠.٤%، ١٩.٣% على التوالي).

تؤكد هذه النتائج أن الأطراف السفلية، وبالأخص الفخذ، تمثل المحدد الأساسي في كفاءة الدوران ، حيث أن قوة الدفع والقدرة على التخميد تعتمد بشكل مباشر على العضلات الكبيرة للفخذ والساق، والتي تعد المحرك الرئيسي لنقل القوة إلى الحائط ، وفي هذا الصدد يشير تور وآخرون Tor et al (2015) إلى أن التحكم في زوايا الفخذ والساق يمثل العامل الأكثر حسماً في تحقيق تسارع مثالي عند الخروج من الدوران ، كما يدعم بويل وآخرون Puel et al (2012) أن الدفع الفعال من الحائط يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمساهمة عضلات الأطراف السفلية الكبيرة ، لكونها المسؤولة عن إنتاج الجزء الأكبر من القوة العمودية والأفقية ، أما متغير الطول فقد ظهر كعامل وسيط (٥٧.٩%)، وهو ما يتماشى مع ما ذكره لات وآخرون Lätt et al. (2010) من أن طول الجسم يسهم في زيادة طول الانزلاق وتقليل المقاومة المائية أثناء الخروج من الدوران، مما يمنح السباح ميزة ميكانيكية في استغلال الدفع المكتسب. (٢٩) (٢٢)

في المقابل، جاءت مساهمة الأطراف العلوية (الساعد والعضد) أقل بكثير مقارنة بالسفلية، وهو ما يشير إلى أن دورها في مرحلة الدوران يقتصر بالأساس على الموازنة والتحكم في الوضع الانسيابي بعد الدفع، بينما يظل التأثير الأكبر لتوليد القوة ناتجاً من الفخذ والساق. وهذا يتفق مع نتائج بايتون وبارتليت Payton & Bartlett (2008) التي أوضحت أن الأطراف العلوية تساهم في تحسين الاتجاه والمحافظة على الوضعية الانسيابية أكثر من مساهمتها في توليد القوة المباشرة. (٢٠)

- عرض النتائج الخاصة بالشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) الناتجة من تفاعل المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي somer turn



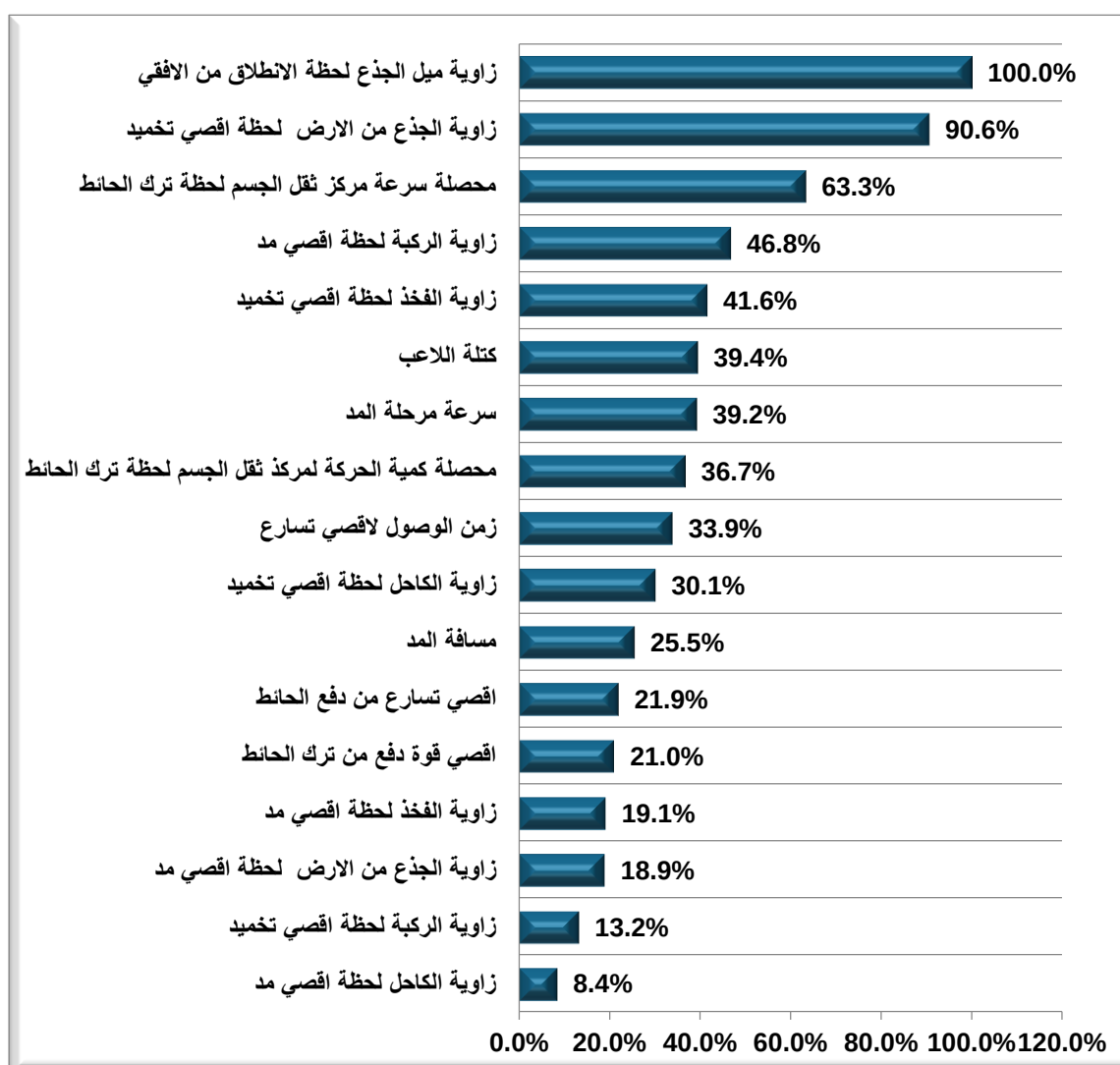
شكل رقم (٨) يوضح شكل الشبكة العصبية الناتج من تفاعل المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث ذات التأثير في زمن الدوران الكلي somer turn

جدول (١١)

المتغيرات الكينماتيكية المستقلة الدالة إحصائياً مرتبة تنازلياً وفقاً لدرجة ونسبة الأهمية

م	المتغيرات المستقلة الدالة إحصائياً	درجة الأهمية	الأهمية النسبية % (نسبة المساهمة)
١	زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي	0.154	100.0%
٢	زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى تخميد	0.139	90.6%
٣	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	0.097	63.3%
٤	زاوية الركبة لحظة اقصى مد	0.072	46.8%
٥	زاوية الفخذ لحظة اقصى تخميد	0.064	41.6%
٦	كتلة اللاعب	0.061	39.4%
٧	سرعة مرحلة المد	0.060	39.2%
٨	محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط	0.057	36.7%
٩	زمن الوصول لاقصى تسارع	0.052	33.9%
١٠	زاوية الكاحل لحظة اقصى تخميد	0.046	30.1%
١١	مسافة المد	0.039	25.5%
١٢	اقصى تسارع من دفع الحائط	0.034	21.9%
١٣	اقصى قوة دفع من ترك الحائط	0.032	21.0%
١٤	زاوية الفخذ لحظة اقصى مد	0.029	19.1%
١٥	زاوية الجذع من الارض لحظة اقصى مد	0.029	18.9%
١٦	زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد	0.020	13.2%
١٧	زاوية الكاحل لحظة اقصى مد	0.013	8.4%

يتضح من جدول (١١) والشكل البياني (٩) الخاص بنتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ١٧ متغير ذو ارتباط بزمان الدوران الكلي somer turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازلياً حسب أهميتها ، حيث جاء متغير زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي فى الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠ % ، فى حين كان متغير زاوية الكاحل لحظة اقصى مد فى الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ٨.٤ %.



شكل رقم (٩)

يبين ترتيب المتغيرات الكينماتيكية المستقلة الدالة إحصائياً وفقاً لنسبة الأهمية

تشير نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية إلى أن زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الأفقي كانت المتغير الأكثر تأثيراً على زمن الدوران الكلي (Somer Turn) بنسبة مساهمة 100%، تلاها زاوية الجذع من الأرض لحظة أقصى تخميد بنسبة (90.6%)، ثم محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط بنسبة (63.3%). بينما جاءت المتغيرات المرتبطة بالطرف السفلي مثل زاوية الركبة والفخذ في مراتب تالية، في حين كان أقل المتغيرات تأثيراً هو زاوية الكاحل لحظة أقصى مد بنسبة (8.4%).

هذه النتائج تبرز الدور المحوري للجذع في التحكم بفاعلية الدوران ، فزاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الوضع الأفقي تحدد بشكل مباشر مسار الانزلاق اللاحق وتقليل مقاومة الماء ، حيث يوضح Tor et al. (2015) أن التحكم الدقيق في ميل الجذع يعد من أهم عوامل تحسين الانسيابية (Streamline)

(position) وبالتالي تقليل زمن الدوران. كما أظهرت دراسة (Puel et al. (2012 أن التخميد الفعّال لحركة الجذع يسهم في امتصاص القوة المرتدة من الحائط وتحويلها بكفاءة إلى دفع أمامي. (٢٩)(٢٢) من ناحية أخرى، تبرز أهمية محصلة سرعة مركز ثقل الجسم عند ترك الحائط (63.3%) ، حيث تُعد هذه القيمة انعكاساً للتكامل بين القوة المطبقة من الأطراف السفلية والتحكم في الجذع ، وقد أوضح لات وآخرون (Lätt et al. (2010 أن سرعة مركز الثقل لحظة الانفصال عن الحائط تمثل مؤشراً مباشراً لفعالية الدفع وجودة الوضعية الانسيابية.(١٦)

أما المتغيرات الخاصة بالطرف السفلي مثل زاوية الركبة لحظة أقصى مد (46.8%) وزاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد (41.6%) فقد أظهرت مساهمة معتبرة ، ويدعم هذا ما ذكره بايتون وبارتليت Payton & Bartlett (2008) أن الأطراف السفلية هي المصدر الأساسي للقوة الانفجارية أثناء الدفع، لكن فاعليتها تتأثر بمدى انسجامها مع وضعية الجذع والانسيابية.(٢٠)

وبالنظر إلى المتغيرات الأقل أهمية مثل أقصى قوة دفع من ترك الحائط (21.0%) أو زاوية الكاحل لحظة أقصى مد(8.4%) ، يتضح أن مجرد زيادة القوة أو زوايا المفصل الطرفي لا تكفي لتحسين زمن الدوران ما لم يصاحبها تحكم محوري بالجذع وسرعة مثالية لمركز الثقل.

الاستنتاجات :

١. يتضح من نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ارتباط بين المتغيرات الأنثروبومترية (أطوال وصلات الجسم) وزمن الدوران الكلي open turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازلياً حسب أهميتها ، حيث كانت متغيرات الطرف العلوى الأكثر أهمية بالنسبة للزمن الكلي للدوران حيث جاء متغير الساعد فى الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% يليه العضد بنسبة أهمية بلغت ٧٠% ، فى حين كان متغير الساق فى الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٢.٧%.
٢. يتضح من نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ١٧ متغير من المتغيرات الكينماتيكية مرتبط بزمن الدوران الكلي open turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازلياً حسب أهميتها ، وكان أهم تلك المتغيرات تأثيراً فى زمن الدوران open turn متغير زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد فى الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، يليه متغير أقصى تسارع من دفع الحائط بنسبة أهمية ٨٥.٢% ، يليه زاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد بنسبة ٨٤.٨% ، ثم محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط بنسبة ٨٤% ثم تلت بعد ذلك باقى المتغيرات بنسب أهمية مختلفه وصولاً إلى متغير زمن الوصول لاقصى تسارع والذى جاء فى الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١١.٩%.

٣. يتضح من نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ارتباط بين المتغيرات الانثروبومترية (أطوال وصلات الجسم) وزمن الدوران الكلي somer turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازليا حسب أهميتها ، حيث كانت متغيرات الطرف السفلى للجسم هي الأكثر أهمية بالنسبة للزمن الكلي لدوران somer turn حيث جاء متغير الفخذ في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، تلاه متغير طول الساق بنسبة أهمية بلغت ٦٢.٧٠% ، في حين كان متغير العضد في الترتيب الأخير لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٩.٣%.

٤. يتضح من نتائج تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات وجود ١٧ متغير من المتغيرات الكينماتيكية مرتبط بزمن الدوران الكلي somer turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازليا حسب أهميتها ، وكانت أهم تلك المتغيرات أهمية بالنسبة لزمن دوران somer turn متغير زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، يليه متغير زاوية الجزع من الأرض لحظة أقصى تخميد بنسبة أهمية بلغت ٩٠.٦٠% ، يليه متغير محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الحائط بنسبة أهمية بلغت ٦٣.٣% في حين كان أقل تلك المتغيرات من حيث درجة الأهمية بزمن الدوران متغير زاوية الكاحل لحظة اقصى مد والذي جاء في الترتيب الأخير من حيث درجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ٨.٤%.

التوصيات :

١. ضرورة الإهتمام بالنواحي الإنثروبومترية والتي قد يكون لها تأثير كبير في إختيار نوع الدوران المناسب للسباح وفقاً لتلك الخصائص وتساعد في تحسين زمن الدوران وبالتالي قطع مسافة السباق في أقل زمن ممكن
٢. الإهتمام بالخصائص الكينماتيكية المرتبطة ارتباطاً كبيراً بزمن الدوران للإنتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر سواء كان ذلك في دوران ال open turn أو دوران ال somer turn وفقاً لدرجة الأهمية الموضحة من النتائج السابقة .
٣. إجراء العديد من الدراسات للتعرف على الخصائص المورفولوجية والكينماتيكية المرتبطة بالدوران لسباحة المتنوع أو السباحات الأخرى والتي يكون لها تأثير كبير في تحسين زمن الدوران والزمن الكلي للسباق وخاصة في سباقات ٢٠٠ م ، ٤٠٠ م ، ٨٠٠ م ، ١٥٠٠ م التي يكون للدوران عامل كبير فيها في حسم نتيجة السباق.

أولاً: المرجع العربية:

١. أبو العلا أحمد عبد الفتاح : تدريب السباحة للمستويات العليا، دار الفكر العربي، القاهرة. (١٩٩٤)
٢. حسام محي الأيوبي (٢٠٢١) : فن تعليم وتدريب رياضة السباحة ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة .
٣. سماح محمد محمد (٢٠١٧) : الإتجاهات الحديثة في تعليم وتدريب السباحة ، ضمن متطلبات الترقى لدرجة أستاذ ، كلية التربية الرياضية للبنات بالجزيرة ، جامعة حلوان .
٤. فييصل العباشي ، على : "المبادئ الأساسية لتعليم السباحة" ، دار الامل ، جامعة بغداد – اليرموك. الدريدي (٢٠٠٠)

ثانياً - المراجع الأجنبية :

5. **Alves, M., Silva, A., & Marinho, D. A. (2022).** : How anthropometrics of young and adolescent swimmers relate to performance: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(5), 2543. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052543>
6. **Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (2019).** : Analysis of 50-m, 100-m, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. Journal of Applied Biomechanics, 35(3), 207–215. <https://doi.org/10.1123/jab.2018-0207>
7. **Blanksby, B., Gathercole, D. G., & Marshall, R. N. (1996)** : Force Plate And Video Analysis Of The Tumble Turn By Age-Group Swimmers. The Journal Of Swimming Research, 11(Fall), 40–45 .
8. **Breed, R. V., & Young, W. B. (2003).** : The effect of a resistance training program on the grab, track and swing starts in swimming. Journal of Sports Sciences, 21(3), 213–220. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071000>
9. **Chainok, P., De Jesus, K., Mourão, L., Fonseca, P. F. P., Zacca, R., Fernandes, R. J., & Vilas-Boas, J. P. (2022).** : Biomechanical Features Of Backstroke To Breaststroke Transition Techniques In Age-Group Swimmers. Frontiers In Sports And Active Living, 4. <https://doi.org/10.3389/Fspor.2022.802967>
10. **Chainok, P., Machado, L., De Jesus, K., Abraldes, J. A., Borgonovo-Santos, M., Fernandes, R. J., &** : Backstroke To Breaststroke Turning Performance In Age-Group Swimmers: Hydrodynamic Characteristics And Pull-Out Strategy. International Journal Of Environmental Research And Public Health, 18(4), 1–11.

- Vilas-Boas, J. P.(2021). . <https://doi.org/10.3390/Ijerp18041858>
11. Fiori, J. M., et al. (2022). : The impact of a swimming training season on performance and kinematics in young swimmers. *Frontiers in Sports*, 3, 799690. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.799690>
 12. González-Ravé, J. M., et al. (2025). : Biomechanical, physiological and anthropometric determinants of backstroke swimming performance: A systematic review. *Sports Medicine - Open*, 11(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00868-z>
 13. Jürgen Perl (2017) : Artificial Neural Networks in Sports: New Concepts and Approaches, *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 03 Apr 2017
 14. Jürgen Perl, PeterDauscher(2006) : Dynamic Pattern Recognition in Sport by Means of Artificial Neural Networks, *Institute of Computer Science, Johannes Gutenberg University*, 2006.
 15. Keiner, M., Wirth, K., Fuhrmann, S., Kunz, P., Hartmann, H., & Haff, G. G. (2021). : The influence of upper- and lower-body maximum strength on swim block start, turn, and overall swim performance in sprint swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 1041–1048. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31425457>
 16. Lätt, E., Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., & Purge, P. (2010). : Physical development and swimming performance during biological maturation in young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 22(2), 236–253. <https://doi.org/10.1123/pes.22.2.236>
 17. Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K. L., Rodríguez, F. A., & Jürimäe, T. (2010). : Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(3), 398–404. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761703/>
 18. Lyttle, A., & Benjanuvatra, N. (2006) : Optimising Swim Turn Performance [Electronic Version]. *Coache's Information Service*
 19. Mason, B., & Cossor, J. (2001). : Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. In: *Biomechanics Symposia*. University of San Francisco.
 20. Payton, C., & Bartlett, R. (2008). : Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise: Swimming. *Routledge*.

21. **Peulić, J., Obradović, A., Vukadinović Jurišić, M., & Obradović, J. (2023).** : The influence of anthropometric characteristics on swimming speed in adolescent swimmers. *Equilibrium. Quarterly Journal of Sport Sciences*, 15(2), 33–40.
<https://doi.org/10.31382/eqol.231204>
22. **Puel, F., Hellard, P., & Seifert, L. (2012).** : Analysis of wall push-offs in competitive swimming turns using force plates and kinematic data. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.624539>
23. **Puel, F.; Morlier, J.; Avalos, M.; Mesnard, M.; Cid, M.; Hellard, P (2012)** : "3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers", *J. Biomech*, vol 45, p 510-515
24. **Riewald, Scott, and Scott Rodeo (2015)** : Science of swimming faster. *Human Kinetics* .
25. **Saputra, R., & Bismar, H. (2020).** : Effect of arm power and leg explosive power on 20-meter breaststroke swimming speed. *Journal of Coaching in Sport, Education, and Health*, 5(1), 11–17.
<https://jurnal.sainsglobal.com/index.php/jc/article/view/1581>
26. **Slawson, S., Conway, P., Justham, L., Le Sage, T., & West, A. (2010)** : Dynamic Signature For Tumble Turn Performance In Swimming. *Procedia Engineering*, 2(2), 3391–3396.
<https://doi.org/10.1016/J.Proeng.2010.04.163>.
27. **Stewart G. Trost et al, Weng-Keen Wong, Karen A. Pfeiffer (2012)** : Artificial Neural Networks to Predict Activity Type and Energy Expenditure in Youth, *Med Sci Sports Exerc*. 2012 September ; 44(9): 1801–1809.
28. **Suzana M. Pereira, Sónia Vilar, Pedro Gonçalves, Sílvia Fernandes, Ricardo Fernandes, Hélio Roesler, João Paulo Vilas-Boas (2011)** : Electromyographic analysis Of The Flip Turn Technique, *Xxv Isbs .Symposium 2007*
29. **Tor, E., Pease, D. L., & Ball, K. A. (2015).** : Key parameters of the swimming tumble turn in elite backstroke swimmers. *Sports Biomechanics*, 14(4), 351–364.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1084033>

ثالثاً: مراجع شبكة الإنترنت

30. <https://mohammedalardal.com/> الذكاء الاصطناعي والشبكات-العصية

ملخص البحث

الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الأنثروبومترية والكينماتيكية لأسلوبي الانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر لسباحي المتنوع وعلاقتها بزمان الدوران بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)

د. محمد عبد العزيز عرفة محمد سالم

مدرس بقسم الرياضات المائية . كلية علوم الرياضة للبنين . أبو قير . جامعة الإسكندرية

يهدف هذا البحث إلى التعرف على الأهمية النسبية لبعض المتغيرات الإنثروبومترية والكينماتيكية لأسلوبي الانتقال من سباحة الظهر إلى سباحة الصدر لسباحي المتنوع وعلاقتها بزمان الدوران وذلك بدلالة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) ، واستخدم الباحث المنهج الوصفي بالأسلوب المسحي القائم على التحليل البيوميكانيكي لمناسبه لطبيعة البحث ، واشتمل مجتمع البحث على سباحي نادى سموحة الناشئين المرحلة السنية (13 - 14 سنة) مواليد ٢٠١٠ / ٢٠١١ ، وتم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العمدية من سباحي المتنوع المرحلة السنية (13 - 14 سنة) وقوامها ١٠ سباحين ممن تنطبق عليهم الشروط ، وقام الباحث بإجراء القياسات الإنثروبومترية ، وكذلك اجراءات التصوير والتحليل البيوميكانيكي لاستخراج المتغيرات الكينماتيكية ، وكانت أهم النتائج باستخدام تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية - التحليل متعدد الطبقات ، وجود ارتباط بين المتغيرات الأنثروبومترية (أطوال وصلات الجسم) والكينماتيكية و زمان الدوران الكلي open turn وهذه المتغيرات مرتبة تنازليا حسب أهميتها ، فالنسبة للمتغيرات الإنثروبومترية كانت متغيرات الطرف العلوى الأكثر أهمية بالنسبة للزمان الكلى للدوران وأكثرها متغير الساعد بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، وبالنسبة للمتغيرات الكينماتيكية كان أهم تلك المتغيرات متغير زاوية الركبة لحظة اقصى تخميد في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، وفى دوران Somer turn أظهرت النتائج أيضا وجود ارتباط بين المتغيرات الإنثروبومترية (أطوال وصلات الجسم) والكينماتيكية و زمان الدوران ، وكانت متغيرات الطرف السفلى للجسم هى الأكثر أهمية بالنسبة للزمان الكلى لدوران Somer turn حيث جاء متغير الفخذ في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% ، وبالنسبة للمتغيرات الكينماتيكية كان أهم تلك المتغيرات أهمية بالنسبة لزمان دوران Somer turn متغير زاوية ميل الجذع لحظة الانطلاق من الافقي في الترتيب الأول لدرجة الأهمية بنسبة أهمية بلغت ١٠٠% .

الكلمات المفتاحية: المتغيرات الإنثروبومترية - المتغيرات الكينماتيكية - زمان الدوران - الشبكات

العصبية الاصطناعية ANN

Abstract

The Relative Importance of Selected Anthropometric and Kinematic Variables for the Transition from Backstroke to Breaststroke in Individual Medley Swimmers and Their Relationship with Turn Time Using Artificial Neural Networks (ANN)

Dr. Mohamed Abdel Aziz Arafa Mohamed Salem

Lecturer, Department of Aquatic Sports, Faculty of Sport Sciences for Men, Abu Qir, Alexandria University

The aim of this research was to identify the relative importance of selected anthropometric and kinematic variables related to the transition from backstroke to breaststroke in individual medley swimmers and their relationship with total turn time, as determined by Artificial Neural Networks (ANN). The researcher employed the descriptive survey method based on biomechanical analysis, which was suitable for the nature of the study.

The research population consisted of junior swimmers from Smouha Sporting Club aged 13-14 years (born in 2010–2011). The study sample was deliberately selected from individual medley swimmers within this age group, comprising 10 swimmers in who met the inclusion criteria. Anthropometric measurements were conducted, along with biomechanical video analysis to extract the relevant kinematic variables.

The main findings were obtained using artificial neural network analysis – multilayer analysis indicated significant correlations between anthropometric variables (body segment lengths), kinematic variables, and total open-turn time. Among the anthropometric variables, the upper limb measurements showed the greatest importance for total turn time, with the forearm variable ranking first with a relative importance of 100%. Regarding kinematic variables, the knee angle at the moment of maximum damping was found to be the most important, also with 100% relative importance.

In the somersault turn (somer turn), the results also revealed significant relationships between anthropometric and kinematic variables and total turn time. The lower limb variables were the most influential, with the thigh length ranking first with 100% relative importance. Among the kinematic variables, the trunk inclination angle at the moment of departure from the horizontal position ranked first in importance, with 100% relative importance.

Keywords: Anthropometric variables – Kinematic variables – Turn time - Artificial Neural Networks